Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Chemie

in

ihrer Anwendung

auf

Agricultur und Physiologie.

Digitized by Google

Druck und Papier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Digitized by Google

Die Chemie

in

ihrer Anwendung

auf

Agricultur und Physiologie.

Von

Justus Liebig,

Dr. der Medicin und Philosophie,
Professor der Chemie an der Ludwigs-Universität zu Gießen,
Ritter des Großherzogl. Hessischen Ludwigsordens und des Kaiserl. Russischen St. Annenordens 3ter Klasse, auswärtiges Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, der Royal Society zu London, Ehrenmitglied der Königl. Akademie zu Dublin, correspondirendes Mitglied der Königl. Akademien der Wissenschaften zu Paris, Bologna, Berlin, München und St. Petersburg, des Königlichen Institutes zu Amsterdam, der Königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen, der Königlichen Akademie der Medicin von Belgien, der Königlichen Agriculturgesellschaft von England, der naturforschenden Gesellschaft zu Heidelberg ꝛc. ꝛc. ꝛc.

P.
375.

Fünfte umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.

Braunschweig,

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1843.

CANTON DE VAUD
LIBERTE ET PATRIE
BIBLIOTHEQUE CANTONALE

Digitized by Google

Digitized by Google

An

Alexander von Humboldt.

Digitized by Google

Digitized by Google

An

Alexander von Humboldt.

Digitized by Google

Während meines Aufenthalts in Paris gelang es mir, im Sommer 1823 eine analytische Untersuchung über Howard's fulminirende Silber- und Queckſilber-Verbindungen, meine erste Arbeit, zum Vortrag in der Königlichen Akademie zu bringen.

Zu Ende der Sitzung vom 28. Juli, mit dem Zuſammenpacken meiner Präparate beſchäftigt, näherte ſich mir, aus der Reihe der Mitglieder der Akademie, ein Mann und knüpfte mit mir eine Unterhaltung an; mit der gewinnendſten Freundlichkeit wußte er den Gegenſtand meiner Studien und alle meine Beſchäftigungen und Pläne von mir zu erfahren; wir trennten uns, ohne daß ich, aus Unerfahrenheit und Scheu, zu fragen wagte, weſſen Güte an mir Theil genommen habe.

Dieſe Unterhaltung iſt der Grundſtein meiner Zukunft geweſen, ich hatte den für meine wiſſenſchaftlichen Zwecke mächtigſten und liebevollſten Gönner und Freund gewonnen.

Sie waren Tags zuvor von einer Reiſe aus Italien zurückgekommen; Niemand war von Ihrer Anweſenheit unterrichtet.

Unbekannt, ohne Empfehlungen, in einer Stadt, wo der Zuſammenfluß ſo vieler Menſchen aus allen Theilen der Erde das größte Hinderniß iſt, was einer nähern perſönlichen Berührung mit den dortigen ausgezeichneten und berühmten Naturforſchern und Gelehrten ſich entgegenſtellt, wäre ich, wie ſo viele Andere, in dem großen Haufen unbemerkt geblieben

und vielleicht untergegangen; dieſe Gefahr war völlig abgewendet.

Von dieſem Tage an waren mir alle Thüren, alle Inſtitute und Laboratorien geöffnet; das lebhafte Intereſſe, welches Sie mir zu Theil werden ließen, gewann mir die Liebe und innige Freundſchaft meiner mir ewig theuren Lehrer Gay-Luſſac, Dulong und Thénard. Ihr Vertrauen bahnte mir den Weg zu einem Wirkungskreiſe, den ſeit 16 Jahren ich unabläſſig bemüht war, würdig auszufüllen.

Wie Viele kenne ich, welche, gleich mir, die Erreichung ihrer wiſſenſchaftlichen Zwecke Ihrem Schutze und Wohlwollen verdanken! Der Chemiker, Botaniker, Phyſiker, der Orientaliſt, der Reiſende nach Perſien und Indien, der Künſtler, Alle erfreuten ſich gleicher Rechte, gleichen Schutzes; vor Ihnen war kein Unterſchied der Nationen, der Länder. Was die Wiſſenſchaften in dieſer beſondern Beziehung Ihnen ſchuldig ſind, iſt nicht zur Kunde der Welt gekommen, allein es iſt in unſerer Aller Herzen zu leſen.

Möchten Sie es mir geſtatten, die Gefühle der innigſten Verehrung und der reinſten aufrichtigſten Dankbarkeit öffentlich auszuſprechen.

Das kleine Werk, welches ich mir die Freiheit nehme, Ihnen zu widmen, ich weiß kaum, ob ein Theil davon mir

als Eigenthum angehört; wenn ich die Einleitung lese, die Sie vor 42 Jahren zu J. Ingenhouß Schrift »über die Ernährung der Pflanzen« gegeben haben, so scheint es mir immer, als ob ich eigentlich nur die Ansichten weiter ausgeführt und zu beweisen gesucht hätte, welche der warme, immer treue Freund von Allem, was wahr, schön und erhaben ist, welche der Alles belebende, thätigste Naturforscher dieses Jahrhunderts darin ausgesprochen und begründet hat.

Von der British association for the advancement of science habe ich 1837 in einer ihrer Sitzungen in Liverpool den ehrenvollen Auftrag erhalten, einen Bericht über den Zustand unserer Kenntnisse in der organischen Chemie abzustatten. Auf meinen Antrag hat die Gesellschaft beschlossen, den Herrn Dumas in Paris, Mitglied der Akademie, zu ersuchen, mit mir gemeinschaftlich die Abstattung dieses Berichts übernehmen zu wollen. Dies ist die Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Werkes gewesen, worin ich die organische Chemie in ihren Beziehungen zur Pflanzenphysiologie und Agricultur, so wie die Veränderungen, welche organische Stoffe in den Processen der Gährung, Fäulniß und Verwesung erleiden, darzustellen versucht habe.

In einer Zeit, wo das rastlose Streben nach Neuem, oft so Werthlosem der jüngern Generation kaum einen Blick auf

die Grundpfeiler gestattet, welche das schönste und mächtigste Gebäude tragen, wo diese Grundpfeiler, des äußern Zierraths und der Tünche wegen, dem oberflächlichen Beobachter kaum mehr erkennbar sind, wenn in dieser Zeit ein Eindringling in fremde Fächer es wagt, die Aufmerksamkeit und Kräfte der Naturforscher auf Gegenstände des Wissens zu lenken, die vor allen anderen längst schon verdienten, zum Ziel und Zweck ihrer Anstrengung und Bemühung gewählt zu werden, so kann man des Erfolgs nicht gewiß sein; denn wenn auch des Menschen Wille, Gutes zu bewirken, keine Grenzen kennt, so sind doch seine Mittel und sein Können in engere Schranken eingeschlossen.

Ganz abgesehen von den besonderen Beobachtungen, die ich darin zusammengestellt habe, würde es für mich die größte Befriedigung sein, wenn die Principien der Naturforschung, welche ich in diesem kleinen Werke auf die Entwickelung und Ernährung der Pflanzen anzuwenden Gelegenheit bekam, sich Ihres Beifalls zu erfreuen das Glück hätten.

Gießen, den 1sten August 1840.

Dr. Justus Liebig.

Vorwort.

Manche Ansichten und Grundsätze, die ich in Beziehung auf die Ernährung und insbesondere auf die Cultur der Gewächse zu entwickeln versuchte, haben gleich nach dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches lebhaften Widerspruch gefunden; in den folgenden drei Auflagen konnte ich mich noch nicht entschließen, Aenderungen zu machen, weil ich die wissenschaftliche Erörterung der angeregten so wichtigen Fragen noch nicht für geschlossen hielt, und weil ich glaubte, nur der Erfahrung die Entscheidung zugestehen zu dürfen.

Eine nicht geringe Anzahl der gemachten Einwürfe beruhte auf einem Mangel an gegenseitigem Verständniß, andere bezogen sich auf Sätze und Behauptungen, welche mit dem eigentlichen Zwecke des Buches in keinem Zusammenhange standen; ich habe diese durch Hinweglassen aller solcher angefochtenen Stellen beseitigt.

In den drei Jahren, die zwischen dieser und der ersten Auflage liegen, habe ich keine Gelegenheit unbenutzt vorübergehen lassen, um die entwickelten Grundsätze der Pflanzenernährung und ihrer Anwendung auf die Agricultur einer strengen und sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen; durch eine Reise in die Agriculturdistricte Englands und Schottlands habe ich den Zustand des praktischen Feldbaues und die Bedürfnisse der Landwirthschaft kennen zu lernen gesucht, und es sind gleichfalls während dieser Zwischenzeit in dem hiesi-

gen Laboratorium eine große Anzahl von Unterſuchungen angeſtellt worden, lediglich zu dem Zwecke, um meinen Vorſtellungen über die Urſache der Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechſels eine feſtere Grundlage zu geben und jeden Zweifel darüber zu verbannen.

In meiner »organiſchen Chemie in ihrer Anwendung auf Phyſiologie und Pathologie« habe ich den Ernährungsproceß des thieriſchen Organismus einer nähern Unterſuchung unterworfen, und ich bin erſt nach Vollendung dieſer Arbeit im Stande geweſen, meiner Anſicht über den Urſprung der thieriſchen Excremente und über die Urſache ihrer wohlthätigen Wirkung auf die Entwickelung aller Gewächſe, einen ganz beſtimmten und einfachen Ausdruck zu geben.

Niemand möchte wohl jetzt, wo die Bedingungen, welche den Boden fruchtbar und fähig machen, das Leben der Pflanzen zu unterhalten, ermittelt ſind, leugnen, daß nur von der Chemie aus weitere Fortſchritte in der Agricultur erwartet werden können.

Ein jeder Unbefangene wird zuletzt, wie ich hoffe, aus dieſer fünften Auflage die Ueberzeugung ſchöpfen, daß ich mit Ernſt darnach geſtrebt habe, meine Anſichten zu vervollkommnen und zu verbeſſern, und mit dem beſten Willen bemüht geweſen bin, die Wahrheit zu erkennen und den Irrthum zu beſeitigen.

Inhalt.

Erster Theil.

Der chemische Proceß der Ernährung der Vegetabilien.

Seite

Gegenstand 3
Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien 4
Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs 6
Ursprung und Verhalten des Humus 36
Der Ursprung und die Assimilation des Wasserstoffs 44
Der Ursprung und die Assimilation des Stickstoffs 50
Der Ursprung des Schwefels 75
Die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien 83
Der Ursprung der Ackererde 106
Die Cultur 122
Die Brache 165
Die Wechselwirthschaft 180
Der Dünger 226
Rückblick 253

Anhang:

Die Quellen des Ammoniaks 279
Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse? . . . 292
Nimmt der Stickstoff der Luft Antheil an der Vegetation? 305
Der Riesentang 308
Zusammensetzung der künstlichen Ackererde ꝛc., von Prof. Wiegmann und Polstorf 311
Tabelle über den Gehalt an Feuchtigkeit der in Bousſingault's Versuchen analysirten Pflanzenstoffe 318
Analysen einiger Pflanzenaschen, von Hertwig 323
Analyse der Roggenstrohasche, von Dr. Fresenius 324
Aschen-Analysen, von Berthier 325
Zu de Saussure's Untersuchungen über den Ursprung der mineralischen Bestandtheile der Pflanzen 328
Analysen einiger Pflanzenaschen, von de Saussure 329

Digitized by Google

Zweiter Theil.

Der chemiſche Proceß der Gährung, Fäulniß und Verweſung.

	Seite
Chemiſche Metamorphoſen	339
Die Urſache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verweſung bewirkt werden	342
Gährung und Fäulniß	352
Metamorphoſen ſtickſtoffreier Körper	359
Metamorphoſen ſtickſtoffhaltiger Körper	361
Gährung des Zuckers	368
Hefe, Ferment	371
Verweſung	379
Verweſung ſtickſtoffreier Körper. — Eſſigbildung	389
Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien. — Salpeterbildung	395
Wein- und Biergährung	400
Pilz- und Infuſorien-Gährung	421
Die Verweſung der Holzfaſer	435
Dammerde	443
Vermoderung. Papier, Braunkohle und Steinkohle	445
Gift, Contagien, Miasmen	455
Anhang zu Seite 434	504
Vergleichung von Feldmaßen in verſchiedenen europäiſchen Staaten	506

Erſter Theil.

Der
chemiſche Proceß der Ernährung
der
Vegetabilien.

Gegenstand.

Die organische Chemie hat zur Aufgabe die Erforschung der chemischen Bedingungen des Lebens und der vollendeten Entwickelung aller Organismen.

Das Bestehen aller lebendigen Wesen ist an die Aufnahme gewisser Materien geknüpft, die man Nahrungsmittel nennt; sie werden in dem Organismus zu seiner eigenen Ausbildung und Reproduction verwendet.

Die Kenntniß der Bedingung ihres Lebens und Wachsthums umfaßt demnach die Ausmittelung der Stoffe, welche zur Nahrung dienen, die Erforschung der Quellen, woraus diese Nahrung entspringt, und die Untersuchung der Veränderungen, die sie bei ihrer Assimilation erleiden.

Den Menschen und Thieren bietet der vegetabilische Organismus die ersten Mittel zu seiner Entwickelung und Erhaltung dar.

Die ersten Quellen der Nahrung der Pflanzen liefert ausschließlich die anorganische Natur.

Der Gegenstand dieses Werkes ist die Entwickelung des chemischen Processes der Ernährung der Vegetabilien, so wie der Veränderungen, die nach ihrem Tode eintreten.

Der erste Theil ist der Aufsuchung der Nahrungsmittel, so wie den Veränderungen gewidmet, die sie in dem lebenden Organismus erleiden; es sollen darin die chemischen Verbindungen betrachtet werden, welche den Pflanzen ihre Hauptbestandtheile, den Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff,

Sauerstoff und Schwefel, liefern, so wie die Beziehungen, in welchen die Lebensfunctionen der Vegetabilien zu dem thierischen Organismus und zu anderen Naturerscheinungen stehen.

Der zweite Theil handelt von den chemischen Processen, welche nach dem Tode aller Organismen ihre völlige Vernichtung bewirken; es sind dies die eigenthümlichen Zersetzungsweisen, die man mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet; es sollen darin die Veränderungen der Bestandtheile der Organismen bei ihrem Uebergang in anorganische Verbindungen, so wie die Ursachen betrachtet werden, von denen sie abhängig sind.

Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien.

Kohlenstoff und Wasserstoff sind Bestandtheile aller Pflanzen und zwar eines jeden ihrer Organe.

Die Hauptmasse aller Vegetabilien besteht aus Verbindungen, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, und zwar in dem nemlichen Verhältniß wie im Wasser, enthalten: hierher gehören die Holzfaser, das Stärkemehl, Zucker und Gummi.

Eine andere Klasse von Kohlenstoffverbindungen enthält die Elemente des Wassers, plus einer gewissen Menge Sauerstoff, sie umfaßt mit wenigen Ausnahmen die zahlreichen in den Pflanzen vorkommenden organischen Säuren.

Eine dritte besteht aus Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, welche entweder keinen Sauerstoff enthalten, oder wenn Sauerstoff einen Bestandtheil davon ausmacht,

ſo iſt ſeine Quantität ſtets kleiner, als dem Gewichtsverhältniß entſpricht, in dem er ſich mit Waſſerſtoff zu Waſſer verbindet. Sie können demnach betrachtet werden als Verbindungen des Kohlenſtoffs mit den Elementen des Waſſers, plus einer gewiſſen Menge Waſſerſtoff. Die flüchtigen und fetten Oele, das Wachs, die Harze gehören dieſer Klaſſe an. Manche davon ſpielen die Rolle von Säuren.

Die organiſchen Säuren ſind Beſtandtheile aller Pflanzenſäfte und, mit wenigen Ausnahmen, an organiſche Baſen, an Metalloxyde, gebunden; die letzteren fehlen in keiner Pflanze, ſie bleiben nach der Einäſcherung derſelben in der Aſche zurück.

Der Stickſtoff iſt in den Pflanzen in der Form von Säuren, von indifferenten Stoffen und von eigenthümlichen Verbindungen enthalten, welche alle Eigenſchaften von Metalloxyden beſitzen; die letzteren heißen organiſche Baſen. Alle Samen ohne Ausnahme enthalten eine Stickſtoffverbindung.

Seinem Gewichtsverhältniß nach macht der Stickſtoff nur einen kleinen Theil der Maſſe der Pflanzen aus, er fehlt aber in keinem Vegetabil, oder Organe eines Vegetabils; wenn er keinen Beſtandtheil eines Organs ausmacht, ſo findet er ſich dennoch unter allen Umſtänden in dem Safte, der die Organe durchdringt.

Die in dem Samen und dem Safte der Pflanzen nie fehlenden Stickſtoffverbindungen enthalten eine gewiſſe Menge Schwefel. Die Samen, der Saft oder die Organe von manchen Pflanzengattungen liefern durch Deſtillation mit Waſſer eigenthümliche flüchtige ölartige Verbindungen, die ſich durch einen beträchtlichen Gehalt von Schwefel und Stickſtoff vor allen andern unterſcheiden. Das flüchtige Oel

des Meerettigs und der Senfsamen gehören zu dieser Klasse von Schwefelverbindungen.

Die Bestandtheile aller Vegetabilien lassen sich nach dem Obigen in zwei große Klassen scheiden.

Die eine dieser Klassen enthält als Bestandtheil Stickstoff, in der andern fehlt dieses Element.

Unter den stickstofffreien Verbindungen giebt es sauerstoffhaltige (Amylon, Holzfaser ꝛc.) und sauerstofffreie (Terpentinöl, Citronöl ꝛc.).

Die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile zerfallen in drei Unterabtheilungen: in schwefel- und sauerstoffhaltige (in allen Samen), in schwefelhaltige und sauerstofffreie (im Senföl), in schwefelfreie (die organischen Basen ꝛc.) Verbindungen.

Die Entwickelung einer Pflanze ist nach dieser Auseinandersetzung abhängig von der Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff, einer Stickstoffverbindung, welche ihr den Stickstoff, einer Schwefelverbindung, die ihr den Schwefel liefert; sie bedarf noch außerdem des Wassers und seiner Elemente, so wie eines Bodens, welcher die anorganischen Materien darbietet, ohne die sie nicht bestehen kann.

Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs *).

Die Landwirthschaft und einige Pflanzenphysiologen betrachten einen Gemengtheil der Acker- und Dammerde, dem

*) Vergleicht man das Gewicht des Extracts (der löslichen Theile), welche der fruchtbarste Boden liefern kann, mit dem Gewicht der

man den Namen Humus gegeben hat, als das Hauptnahrungsmittel, was die Pflanzen aus dem Boden aufnehmen, und ſeine Gegenwart als die wichtigſte Bedingung ſeiner Fruchtbarkeit.

Dieſer Humus iſt das Product der Fäulniß und Verweſung von Pflanzen und Pflanzentheilen.

Die Chemie bezeichnet mit Humus eine braune, in Waſſer in geringer Menge, in Alkalien leichter lösliche Materie, welche, als Product der Zerſetzung vegetabiliſcher Stoffe, durch die Einwirkung von Säuren oder Alkalien erhalten wird. Dieſer Humus hat von der Verſchiedenheit in ſeiner äußern Beſchaffenheit und ſeinem Verhalten verſchiedene Namen erhalten: Ulmin, Humusſäure, Humuskohle, Humin heißen dieſe verſchiedenen Modificationen des Humus der Chemiker; ſie werden erhalten durch Behandlung des Torfs, der Holzfaſer, des Ofenrußes, der Braunkohlen mit Alkalien, oder durch Zerſetzung des Zuckers, der Stärke, des Milchzuckers vermittelſt Säuren, oder durch Berührung alkaliſcher Löſungen der Gerbe- und Gallusſäure mit der Luft.

Humusſäure heißt die in Alkalien lösliche, Humin und Humuskohle die unlösliche Modification des Humus.

Den Namen nach, die man dieſen Materien gegeben hat, iſt man leicht verführt, ſie für identiſch in ihrer Zuſammenſetzung zu halten. Dies wäre aber der größte Irrthum, den man begehen kann, denn merkwürdiger Weiſe ſtehen Zucker, Eſſigſäure und Colophonium in dem Gewichtsverhältniß ihrer Beſtandtheile nicht weiter auseinander.

Pflanze, die ſich darauf entwickelt hat, ſo findet ſich, daß ſie nur eine ſehr geringe Menge ihrer eigenen Subſtanz daraus empfangen konnte. (de Saussure, Recherches sur la vegetation. Deutſche Ausgabe von Voigt. Leipzig, Reclam. S. 249.)

Die Humusſäure, aus Sägeſpänen mit Kalihydrat erhalten, enthält nach Peligot's Analyſe 72 p. c. Kohlenſtoff, die Humusſäure aus Torf und Braunkohle nach Sprengel 58 p. c., die aus Zucker mit verdünnter Schwefelſäure nach Malaguti 57 p. c., die aus demſelben Körper und aus Stärke mit Salzſäure gewonnene nach Stein 64 p. c. Kohlenſtoff.

Nach Malaguti enthält die Humusſäure Waſſerſtoff und Sauerſtoff zu gleichen Aequivalenten, in dem Verhältniß alſo wie im Waſſer; nach Sprengel's Analyſe iſt darin weniger Waſſerſtoff enthalten, und nach Peligot enthält die Humusſäure ſogar auf 14 Aeq. Waſſerſtoff nur 6 Aeq. Sauerſtoff, alſo 8 Aeq. Waſſerſtoff mehr, als dieſem Verhältniß entſpricht.

Faules Weidenholz, Torf und Dammerde hinterlaſſen nach ihrer Ausziehung mit Waſſer und Weingeiſt eine braune feſte Subſtanz, welche an Alkalien eine Humusſäure abgiebt, die, außer Kohlenſtoff und den Elementen des Waſſers, noch eine gewiſſe Menge Ammoniak in chemiſcher Verbindung enthält. (Mulder, Herrmann.)

Man ſieht leicht, daß die Chemiker bis jetzt gewohnt waren, alle Zerſetzungsproducte organiſcher Verbindungen von brauner oder braunſchwarzer Farbe mit Humusſäure oder Humin zu bezeichnen, je nachdem ſie in Alkalien löslich waren oder nicht, daß aber dieſe Producte in ihrer Zuſammenſetzung und Entſtehungsweiſe nicht das Geringſte mit einander gemein haben.

Man hat nun nicht den entfernteſten Grund, zu glauben, daß das eine oder das andere dieſer Zerſetzungsproducte, in der Form und mit den Eigenſchaften begabt, die man den vegetabiliſchen Beſtandtheilen der Dammerde zu-

ſchreibt, in der Natur vorkommt, man hat nicht einmal den Schatten eines Beweiſes für die Meinung, daß eines von ihnen als Nahrungsſtoff oder ſonſt irgend einen Einfluß auf die Entwickelung einer Pflanze ausübt.

Die Eigenſchaften des Humus und der Humusſäure der Chemiker ſind unbegreiflicher Weiſe übertragen worden auf den Körper in der Dammerde, den man mit dem nämlichen Namen belegt; an dieſe Eigenſchaften knüpfen ſich die Vorſtellungen über die Rolle, die man ihm in der Vegetation zuſchreibt.

Die Meinung, daß der Humus als Beſtandtheil der Dammerde von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, daß ſein Kohlenſtoff, ohne vorher eine andere Form anzunehmen, von der Pflanze zur Nahrung verwendet wird, iſt ſo verbreitet und hat in dem Grade Wurzel gefaßt, daß bis jetzt jede Beweisführung für dieſe ſeine Wirkungsweiſe für überflüſſig erachtet wurde; denn die in die Augen fallende Verſchiedenheit des Gedeihens von Pflanzen in Bodenarten, die man als ungleich reich an Humus kennt, erſchien auch dem Befangenſten als eine genügende Begründung dieſer Meinung.

Wenn man dieſe Vorausſetzung einer ſtrengen Prüfung unterwirft, ſo ergiebt ſich daraus der ſchärfſte Beweis, daß der Humus in der Form, wie er im Boden enthalten iſt, zur Ernährung der Pflanzen nicht das Geringſte beiträgt.

Durch das Feſthalten an der bisherigen Anſicht hat man von vorn herein jede Erkenntniß des Ernährungsproceſſes der Pflanzen unmöglich gemacht, und damit den ſicherſten und treueſten Führer zu einem rationellen Verfahren in der Land- und Forſtwiſſenſchaft verbannt.

Ohne eine tiefe und gründliche Kenntniß der Nahrungs-

mittel der Gewächſe und der Quellen, aus denen ſie entſpringen, iſt eine Vervollkommnung des wichtigſten aller Gewerbe, des Ackerbaues, nicht denkbar. Man kann keine andere Urſache des bisherigen ſo ſchwankenden und ungewiſſen Zuſtandes unſers Wiſſens auffinden, als daß die Phyſiologie der neuern Zeit mit den unermeßlichen Fortſchritten der Chemie nicht Schritt gehalten hat.

Wir wollen in dem Folgenden den Humus in der Ackererde mit den Eigenſchaften begabt uns denken, welche die Chemiker an den braunſchwarzen Niederſchlägen beobachtet haben, die man durch Fällung einer alkaliſchen Abkochung von Dammerde oder Torf vermittelſt Säuren erhält, und die ſie Humusſäure nennen.

Die Humusſäure beſitzt, friſch niedergeſchlagen, eine flockige Beſchaffenheit; ein Theil davon löſ't ſich bei 18° C. in 2500 Th. Waſſer, ſie verbindet ſich mit Alkalien, Kalk und Bittererde, und bildet mit den beiden letzteren, Verbindungen von gleicher Löslichkeit. (Sprengel.)

Seinem Zuſtande nach kann der Humus nur durch Vermittelung des Waſſers die Fähigkeit erlangen, von den Wurzeln aufgenommen zu werden. Die Chemiker haben nun gefunden, daß die Humusſäure nur in friſch niedergeſchlagenem Zuſtande löslich iſt, daß ſie dieſe Löslichkeit vollſtändig verliert, wenn ſie an der Luft trocken geworden iſt; ſie wird ferner völlig unlöslich, wenn das Waſſer, was ſie enthält, gefriert. (Sprengel.)

Die Winterkälte und Sommerhitze rauben mithin der reinen Humusſäure ihre Auflöslichkeit und damit ihre Aſſimilirbarkeit; ſie kann als ſolche nicht in die Pflanzen gelangen.

Von der Richtigkeit dieſer Beobachtung kann man ſich

leicht durch Behandlung guter Acker- und Dammerde mit kaltem Waſſer überzeugen; das letztere entzieht nemlich derſelben nicht $^1/_{100000}$ an löslichen organiſchen Materien, die Flüſſigkeit iſt nicht braun, ſondern klar und ungefärbt.

Berzelius fand ebenfalls, daß vermodertes Eichenholz, was dem Hauptbeſtandtheil nach aus Humusſäure beſteht, an kaltes Waſſer nur Spuren von löslichen Materien abgiebt, eine Beobachtung die ich an verfaultem Buchen- und Tannenholz beſtätigt fand.

Die Unfähigkeit der Humusſäure, den Pflanzen in dieſem unlöslichen Zuſtande zur Nahrung zu dienen, iſt den Pflanzenphyſiologen nicht unbemerkt geblieben; ſie haben deshalb angenommen, daß der Kalk oder die Alkalien überhaupt, die man in der Pflanzenaſche findet, die Löslichkeit und damit die Aſſimilirbarkeit vermitteln.

In den Bodenarten finden ſich Alkalien und alkaliſche Erden in hinreichender Menge vor, um Verbindungen dieſer Art zu finden.

Wir wollen nun annehmen, daß die Humusſäure in der Form des humusreichſten Salzes, als humusſaurer Kalk, von den Pflanzen aufgenommen werde, und aus dem bekannten Gehalte an alkaliſchen Baſen in der Aſche der Pflanzen die Menge berechnen, welche in dieſer Form in die Pflanze gelangen kann; wir wollen ferner vorausſetzen, daß Kali, Natron, die Oxyde des Eiſens und Mangans eine mit dem Kalke gleiche Sättigungscapacität beſitzen, ſo wiſſen wir aus Berthier's Beſtimmungen, daß 1000 Pfd. lufttrocknes Tannenholz 8,3 Pfd. reine kohlenfreie Aſche liefern, und daß 100 Pfd. dieſer Aſche im Ganzen nach Abzug des Chlorkaliums, kieſelſauren und ſchwefelſauren Kali's 46,1 Pfd. baſiſche Metalloxyde, Kali, Natron, Kalk, Bitter-

erde, Eiſen- und Mangan-Oxydul zuſammengenommen, enthalten.

2500 Quadratmeter Wald (= 40,000 Quadratfuß heſſ. = 1 Morgen) liefern nun jährlich mittlern Ertrag 2650 Pfd, Tannenholz *), welche im Ganzen 10,07 Pfd. baſiſche Metalloxyde enthalten.

Nach den Beſtimmungen von Malaguti und Sprengel verbindet ſich 1 Pfd. Kalk mit 10,9 Pfd. Humusſäure; es ſind mithin durch dieſe Baſen 111,0 Pfd. Humusſäure in die Bäume übergegangen, und dieſe entſprechen — ihr Gehalt an Kohlenſtoff zu 58 p. c. angenommen — der Bildung von 165 Pfd. lufttrocknem Holz.

Es ſind aber auf dieſem Lande 2650 Pfd. lufttrocknes Holz producirt worden.

Wenn man aus der bekannten Zuſammenſetzung der Aſche des Weizenſtrohes die Menge Humusſäure berechnet, welche durch die darin enthaltenen baſiſchen Metalloxyde (die Chlormetalle und ſchwefelſauren Salze abgerechnet) der Pflanze zugeführt werden können, ſo erhält man für 2500 Quadratmeter Land 57½ Pfd. Humusſäure, entſprechend 85 Pfd. Holzfaſer. Es werden aber auf dieſer Fläche, Wurzeln und Körner nicht gerechnet, 1780 Pfd. Stroh producirt, was die Zuſammenſetzung der Holzfaſer beſitzt.

Bei dieſen Berechnungen iſt angenommen worden, daß die baſiſchen Metalloxyde, welche Humusſäure zugeführt haben, nicht mehr in den Boden zurückkehren, weil ſie während des Wachsthums der Pflanze in den neu entwickelten Theilen derſelben zurückbleiben.

---

*) Nach der Angabe des hieſigen verdienſtvollen Profeſſors der Forſtwiſſenſchaft, Herrn Forſtmeiſter Dr. Heyer.

Wir wollen jetzt die Menge Humusſäure berechnen, welche unter den günſtigſten Verhältniſſen, nemlich durch das Waſſer, in die Pflanzen gelangen kann.

In Erfurt, in einer der fruchtbarſten Gegenden Deutſchlands, fallen nach Schübler auf 1 Quadratfuß Fläche in den Monaten April, Mai, Juni und Juli 17½ Pfd. (2 Pfd. heſſ. = 1 Kilogr.) Regen. Ein Morgen Land (2500 □Meter) empfängt mithin 700,000 Pfd. Regenwaſſer.

Nehmen wir nun an, daß dieſe ganze Quantität Waſſer von den Wurzeln einer Sommerfrucht aufgenommen werde, die in 4 Monaten gepflanzt wird und reift, in der Art alſo, daß kein Pfund von dieſem Waſſer anders als durch die Blätter verdunſte.

Nehmen wir ferner an, daß dieſes Regenwaſſer, mit humusſaurem Kalk (dem verbreitetſten und an Humusſäure reichſten ihrer Salze) geſättigt, von den Wurzeln aufgenommen werde, ſo nimmt die Pflanze durch dieſes Waſſer, da 1 Theil humusſaurer Kalk 2000 Theile Waſſer zu ſeiner Auflöſung bedarf, 350 Pfd. Humusſäure auf.

Es wachſen aber auf dieſem Felde 2580 Pfd. Getreide (Stroh und Korn, die Wurzeln nicht gerechnet) oder 20,000 Pfd. Runkelrüben (ohne die Blätter und kleinen Wurzeln). Man ſieht leicht ein, daß dieſe 350 Pfd. Humusſäure noch nicht genügen, um Rechenſchaft über den Kohlenſtoffgehalt der Blätter und Wurzeln zu geben, und da man weiß, daß von dem Regenwaſſer, was auf die Oberfläche der Erde fällt, verhältnißmäßig nur ein ſehr kleiner Theil aufgeſaugt wird und durch die Blätter der Pflanze verdunſtet, ſo verringert ſich die Kohlenſtoffmenge, welche die Humusſäure denkbarer Weiſe liefern kann, wenn man ſie mit der wirklich producirten vergleicht, auf eine beinahe verſchwindende Menge

Betrachtungen anderer und höherer Art widerlegen die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise der Humussäure auf eine so entscheidende und zweifellose Weise, daß man im Grunde nicht begreift, wie man überhaupt dazu gelangen konnte.

Die Felder produciren Kohlenstoff in der Form von Holz, von Heu, von Getreide und andern Culturgewächsen, deren Massen außerordentlich ungleich sind.

Auf 2500 Quadratmeter Wald von mittlerem Boden wachsen 2650 Pfd. lufttrocknes Tannen-, Fichten-, Birken- ꝛc. Holz.

Auf derselben Fläche Wiesen erhält man im Durchschnitt 2500 Pfd. Heu.

Die nemliche Fläche Getreideland liefert 18000 — 20000 Pfd. Runkelrüben.

Auf derselben Fläche gewinnt man 800 Pfd. Roggen und 1780 Pfd. Stroh, im Ganzen also 2580 Pfd.

100 Thle. lufttrocknes Tannenholz enthalten 38 Thle. Kohlenstoff; obige 2650 Pfd. Holz enthalten demnach 1007 Pfd. Kohlenstoff.

100 Thle. luftrocknes Heu *) enthalten 40,73 Thle. Kohlenstoff; obige 2500 Pfd. Heu enthalten demnach 1018 Pfd. Kohlenstoff.

Die Runkelrüben enthalten 89 bis 89,5 Thle. Wasser und 10,5 bis 11 Thle. feste Substanz. Die letztere enthält 40 p. c. Kohlenstoff **).

*) 100 Theile Heu, bei 100° getrocknet, mit Kupferoxyd in einem Strom Sauerstoffgas verbrannt, lieferten 51,93 Wasser, 166,8 Kohlensäure und 6,82 Asche. Dies giebt 45,87 Kohlenstoff, 5,76 Wasserstoff, 41,55 Sauerstoff, 6,82 Asche. Das lufttrockne Heu verliert bei 100° erhitzt 11,2 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

**) I. 0,8075 trockne Rüben lieferten 0,416 Wasser und 1,155 Kohlen-

20,000 Pfd. Runkelrüben enthalten hiernach, den Kohlenſtoff der Blätter nicht berechnet, 880 Pfd. Kohlenſtoff.

100 Pfd. Stroh *) enthalten lufttrocken 38 p. c. Kohlenſtoff. 1780 Pfd. Stroh enthalten demnach 676 Pfd. Kohlenſtoff. In 100 Thln. Korn ſind 46 Thle. Kohlenſtoff enthalten; in 800 Pfd. mithin 368 Pfd. Beide zuſammen geben 1044 Pfd. Kohlenſtoff.

2500 Quadratmeter Wald bringen mithin hervor

an Kohlenſtoff 1007 Pfd.

" " Wieſe . . . . . 1018 Pfd.

" " Culturland, Runkelrüben ohne Blätter . . . 880 Pfd.

" " " Getreide . . . . 1044 Pfd.

Aus dieſen unverwerflichen Thatſachen muß geſchloſſen werden, daß gleiche Flächen culturfähiges Land eine gleiche Quantität Kohlenſtoff hervorzubringen vermögen; aber wie unendlich verſchieden ſind die Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen geweſen, die man darauf gezogen hat.

Wo nimmt, muß man fragen, das Gras auf den Wieſen, das Holz in dem Walde ſeinen Kohlenſtoff her, da man ihm keinen Kohlenſtoff als Nahrung zugeführt hat, und woher kommt es, daß der Boden, weit entfernt, an Kohlenſtoff ärmer zu werden, ſich jährlich noch verbeſſert?

Jedes Jahr nehmen wir dem Wald, der Wieſe eine gewiſſe Quantität von Kohlenſtoff in der Form von Heu und

---

ſäure. II. 0,400 gaben 0,201 Waſſer und 0,595 Kohlenſäure (Dr. Will.)

*) Die Analyſe des Strohes, auf dieſelbe Weiſe ausgeführt, gab für 100 Theile, bei 100° getrocknet, 46,37 Kohlenſtoff, 5,68 Waſſerſtoff, 43,93 Sauerſtoff, 4,02 Aſche; das lufttrockne Stroh verliert bei der Siedhitze 18 p. c. Waſſer. (Dr. Will.)

Holz, und demungeachtet finden wir, daß der Kohlenſtoffgehalt des Bodens zunimmt, daß er an Humus reicher wird.

Wir erſetzen, ſo ſagt man, dem Getreide und Fruchtland durch den Dünger, den als Kraut, Stroh, als Samen oder Frucht hinweggenommenen Kohlenſtoff wieder, und dennoch bringt dieſer Boden nicht mehr Kohlenſtoff hervor, als der Wald und die Wieſe, denen er nie erſetzt wird. Iſt es denkbar, daß die Geſetze der Ernährung der Pflanzen durch die Cultur geändert werden können, daß für das Getreide und die Futtergewächſe andere Quellen des Kohlenſtoffs exiſtiren als für das Gras und die Bäume in den Wieſen und Wäldern?

Niemanden wird es in den Sinn kommen, den Einfluß des Düngers auf die Entwickelung der Culturgewächſe zu leugnen, allein mit poſitiver Gewißheit kann man behaupten, daß es ſein Kohlenſtoff nicht iſt, durch welchen ſeine unzweifelhaft nützliche Wirkung auf die Entwickelung der Pflanze ausgeübt wurde; denn wir finden ja, daß der Kohlenſtoff, vom gedüngten Lande hervorgebracht, nicht mehr beträgt, als der Kohlenſtoff des ungedüngten. Die Frage nach der Wirkungsweiſe des Düngers hat mit der nach dem Urſprung des Kohlenſtoffs nicht das Geringſte zu thun. Der Kohlenſtoff der Vegetabilien muß nothwendigerweiſe aus einer andern Quelle ſtammen, und da es der Boden nicht iſt, der ihn liefert, ſo kann dieſe nur die Atmoſphäre ſein.

Bei der Löſung des Problems über den Urſprung des Kohlenſtoffs in den Pflanzen hat man durchaus unberückſichtigt gelaſſen, daß dieſe Frage gleichzeitig den Urſprung des Humus umfaßt.

Der Humus entsteht nach Aller Ansicht durch Fäulniß und Verwesung von Pflanzen und Pflanzentheilen; eine Urdammerde, einen Urhumus kann es also nicht geben, denn es waren vor dem Humus Pflanzen vorhanden. Wo nahmen nun diese ihren Kohlenstoff her, und in welcher Form ist der Kohlenstoff in der Atmosphäre enthalten?

Diese beiden Fragen umfassen zwei der merkwürdigsten Naturerscheinungen, welche, gegenseitig ununterbrochen in Thätigkeit, das Leben und Fortbestehen der Thiere und Vegetabilien auf unendliche Zeiten hinaus auf die bewunderungswürdigste Weise bedingen und vermitteln.

Die eine dieser Fragen bezieht sich auf den unveränderlichen Gehalt der Luft an Sauerstoff: zu jeder Jahreszeit und in allen Klimaten hat man darin in 100 Volum-Theilen 21 Volum Sauerstoff mit so geringen Abweichungen gefunden, daß sie als Beobachtungsfehler angesehen werden müssen.

So außerordentlich groß nun auch der Sauerstoffgehalt der Luft bei einer Berechnung sich darstellt, so ist seine Menge dennoch nicht unbegrenzt, sie ist im Gegentheil eine erschöpfbare Größe.

Wenn man nun erwägt, daß jeder Mensch in 24 Stunden 57,2 Cubicfuß (hessische) Sauerstoff in dem Athmungsproceß verzehrt, daß 10 Ctr. Kohlenstoff bei ihrem Verbrennen 58112 Cubicfuß Sauerstoff verzehren, daß eine einzige Eisenhütte Hunderte von Millionen Cubicfuß, daß eine kleine Stadt, wie Gießen, in dem zum Heizen dienenden Holz allein über 1000 Millionen Cubicfuß Sauerstoff der Atmosphäre entziehen, so bleibt es völlig unbegreiflich, wenn keine Ursache existirt, durch welche der hinweggenommene Sauerstoff wieder ersetzt wird, wie es mög-

lich ſein kann, daß nach Zeiträumen, die man in Zahlen nicht auszudrücken weiß*), der Sauerſtoffgehalt der Luft nicht kleiner geworden iſt, daß die Luft in den Thränenkrügen, die vor 1800 Jahren in Pompeji verſchüttet wurden, nicht mehr davon, als wie heute enthält. Woher kommt es alſo, daß dieſer Sauerſtoffgehalt eine Größe iſt, die ſich nie ändert?

Die Beantwortung dieſer Frage hängt mit einer andern auf's engſte zuſammen, wo die Kohlenſäure nemlich hinkommt, die durch das Athmen der Thiere, durch Verbrennungsproceſſe gebildet wird. Ein Cubicfuß Sauerſtoff, der ſich mit Kohlenſtoff zu Kohlenſäure vereinigt, ändert ſein Volumen nicht; aus den Billionen Cubicfuß verzehrten Sauerſtoffgaſes ſind eben ſo viel Billionen Cu-

*) Wenn die Atmoſphäre überall dieſelbe Dichte wie an der Meeresfläche hätte, ſo wäre ſie 24555 par. Fuß hoch. Da hierin der Waſſerdampf mit eingeſchloſſen iſt, ſo kann man ihre Höhe zu 1 geogr. Meile = 22843 par. Fuß annehmen. Der Radius der Erde = 860 ſolcher Meilen geſetzt, ſo ergiebt ſich

das Volum der Atmoſphäre = 9307500 Cubicmeilen,
das Volum des Stickſtoffs = 1954578 »
das Volum der Kohlenſäure = 3862,7 »

Ein Mann verbraucht täglich = 45000 par. Cubiczoll Sauerſtoff, im Jahre mithin 9505,2 Cubicfuß. Tauſend Millionen Menſchen verbrauchen mithin 9 Billionen fünfhundert fünftauſend zweihundert Millionen Cubicfuß. Man kann ohne Uebertreibung annehmen, daß die Thiere und Verweſungs- und Verbrennungsproceſſe doppelt ſo viel verbrauchen. Hieraus geht hervor, daß jährlich 2,392355 Cubicmeilen Sauerſtoff, in runder Summe 2,4 Cubicmeilen, verzehrt werden, in 8mal hunderttauſend Jahren würde die Atmoſphäre keine Spur Sauerſtoff mehr enthalten, allein in weit früherer Zeit würde ſie für Reſpirations- und für Verbrennungsproceſſe gänzlich untauglich ſein, da ſie ſchon bei einer Verminderung ihres Sauerſtoffgehalts auf 8 p. c. (die durch Lungen eingeathmete Luft enthält 12,5 bis 13 Sauerſtoffgas und 8,5 bis 8 kohlenſaures Gas) für das Leben der Thiere tödtlich wirkt und brennende Körper darin nicht mehr fortbrennen.

bicfuß Kohlenſäure entſtanden und in die Atmoſphäre geſendet worden.

Durch die genaueſten und zuverläſſigſten Verſuche iſt von de Sauſſure ausgemittelt worden, daß die Luft, dem Volumen nach, im Mittel aller Jahreszeiten nach dreijährigen Beobachtungen 0,000415 Volumentheile Kohlenſäure enthält.

Die Beobachtungsfehler, welche dieſen Gehalt verkleinern mußten, in Anſchlag gebracht, kann man annehmen, daß das Gewicht der Kohlenſäure nahe $^1/_{1000}$ des Gewichts der Luft beträgt.

Dieſer Gehalt wechſelt nach den Jahreszeiten, er ändert ſich aber nicht in verſchiedenen Jahren.

Wir kennen Thatſachen, die uns zur Vermuthung berechtigen, daß der Kohlenſäuregehalt der Luft vor Jahrtauſenden weit beträchtlicher war, als heute, man ſollte demungeachtet denken, daß ihn die ungeheuren Maſſen Kohlenſäure, welche jährlich in der Atmoſphäre der vorhandenen ſich hinzufügen, von Jahr zu Jahr bemerkbar hätten vergrößern müſſen, allein bei allen früheren Beobachtern findet man ihn um die Hälfte bis zum zehnfachen Volumen höher angegeben, woraus man höchſtens ſchließen kann, daß er ſich vermindert hat.

Man bemerkt leicht, daß die im Verlauf der Zeit ſtets unveränderlichen Mengen von Kohlenſäure und Sauerſtoffgas in der Atmoſphäre zu einander in einer beſtimmten Beziehung ſtehen müſſen; es muß eine Urſache vorhanden ſein, welche die Anhäufung der Kohlenſäure hindert, und die ſich bildende unaufhörlich wieder entfernt; es muß eine Urſache geben, durch welche der Luft der Sauerſtoff wieder erſetzt wird, den ſie durch Verbrennungsproceſſe, durch Verweſung und durch die Reſpiration der Menſchen und Thiere verliert.

Beide Urſachen vereinigen ſich zu einer einzigen in dem Lebensproceſſe der Vegetabilien.

CANTON DE VAUD
LIBERTÉ ET PATRIE
BIBLIOTHÈQUE CANTONALE

In den vorhergehenden Beobachtungen iſt der Beweis niedergelegt worden, daß der Kohlenſtoff der Vegetabilien ausſchließlich aus der Atmoſpäre ſtammt.

In der Atmoſphäre exiſtirt nun der Kohlenſtoff nur in der Form von Kohlenſäure, alſo in der Form einer Sauerſtoffverbindung.

Die Hauptbeſtandtheile der Vegetabilien, gegen deren Maſſe die Maſſe der übrigen verſchwindend klein iſt, enthalten, wie oben erwähnt wurde, Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers; alle zuſammen enthalten weniger Sauerſtoff, als die Kohlenſäure.

Es iſt demnach gewiß, daß die Pflanzen, indem ſie den Kohlenſtoff der Kohlenſäure ſich aneignen, die Fähigkeit beſitzen müſſen, eine Zerlegung der Kohlenſäure zu bewirken; die Bildung ihrer Hauptbeſtandtheile ſetzt eine Trennung des Kohlenſtoffs von dem Sauerſtoff voraus; der letztere muß, während dem Lebensproceß der Pflanze, während ſich der Kohlenſtoff mit dem Waſſer oder ſeinen Elementen verbindet, an die Atmoſphäre wieder zurückgegeben werden. Für jedes Volumen Kohlenſäure, deren Kohlenſtoff Beſtandtheil der Pflanze wird, muß die Atmoſphäre ein gleiches Volumen Sauerſtoff empfangen.

Dieſe merkwürdige Fähigkeit der Pflanzen iſt durch zahlloſe Beobachtungen auf das unzweifelhafteſte bewieſen worden; ein Jeder kann ſich mit den einfachſten Mitteln von ihrer Wahrheit überzeugen.

Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen ſaugen nemlich kohlenſaures Gas ein und hauchen ein ihm gleiches Volumen Sauerſtoffgas aus.

Die Blätter und grünen Theile beſitzen dieſes Vermögen ſelbſt dann noch, wenn ſie von der Pflanze getrennt

ſind; bringt man ſie in dieſem Zuſtande in Waſſer, welches Kohlenſäure enthält, und ſetzt ſie dem Sonnenlichte aus, ſo verſchwindet nach einiger Zeit die Kohlenſäure gänzlich, und ſtellt man dieſen Verſuch unter einer mit Waſſer gefüllten Glasglocke an, ſo kann man das entwickelte Sauerſtoffgas ſammeln und prüfen; wenn die Entwickelung von Sauerſtoffgas aufhört, iſt auch die gelöſ'te Kohlenſäure verſchwunden; ſetzt man auf's neue Kohlenſäure hinzu, ſo ſtellt ſie ſich von neuem ein.

In einem Waſſer, welches frei von Kohlenſäure iſt, oder ein Alkali enthält, was ſie vor der Aſſimilation ſchützt, entwickeln die Pflanzen kein Gas.

Dieſe Beobachtungen ſind zuerſt von Prieſtley und Sennebier gemacht, und von de Sauſſure iſt in einer Reihe vortrefflich ausgeführter Verſuche bewieſen worden, daß mit der Abſcheidung des Sauerſtoffs, mit der Zerſetzung der Kohlenſäure die Pflanze an Gewicht zunimmt. Dieſe Gewichtsvermehrung beträgt mehr, als der Quantität des aufgenommenen Kohlenſtoffs entſpricht, was vollkommen der Vorſtellung gemäß iſt, daß mit dem Kohlenſtoff gleichzeitig die Elemente des Waſſers von der Pflanze aſſimilirt werden.

Ein eben ſo erhabener als weiſer Zweck hat das Leben der Pflanzen und Thiere auf eine wunderbar einfache Weiſe auf's engſte an einander geknüpft.

Ein Beſtehen einer reichen üppigen Vegetation kann gedacht werden ohne Mitwirkung des thieriſchen Lebens, aber die Exiſtenz der Thiere iſt ausſchließlich an die Gegenwart, an die Entwickelung der Pflanzen gebunden.

Die Pflanze liefert nicht allein dem thieriſchen Organismus in ihren Organen die Mittel zur Ernährung, zur Erneuerung und Vermehrung ſeiner Maſſe, ſie entfernt nicht

nur aus der Atmoſphäre die ſchädlichen Stoffe, die ſeine Exiſtenz gefährden, ſondern ſie iſt es auch allein, welche den höhern organiſchen Lebensproceß, die Reſpiration, mit der ihr unentbehrlichen Nahrung verſieht; ſie iſt eine unverſiegbare Quelle des reinſten und friſcheſten Sauerſtoffgaſes, ſie erſetzt der Atmoſphäre in jedem Momente, was ſie verlor.

Alle übrigen Verhältniſſe gleich geſetzt, athmen die Thiere Kohlenſtoff aus, die Pflanzen athmen ihn ein; das Medium, in dem es geſchieht, die Luft, kann in ihrer Zuſammenſetzung nicht geändert werden.

Iſt nun, kann man fragen, der dem Anſchein nach ſo geringe Kohlenſäuregehalt der Luft, ein Gehalt, der dem Gewicht nach nur $^1/_{10}$ p. c. beträgt, überhaupt nur genügend, um den Bedarf der ganzen Vegetation auf der Oberfläche der Erde zu befriedigen, iſt es möglich, daß dieſer Kohlenſtoff aus der Luft ſtammt?

Dieſe Frage iſt unter allen am leichteſten zu beantworten. Man weiß, daß auf jedem heſſ. Quadratfuß der Oberfläche der Erde eine Luftſäule ruht, welche 1295 Pfd. heſſ. wiegt; man kennt den Durchmeſſer und damit die Oberfläche der Erde; man kann mit der größten Genauigkeit das Gewicht der Atmoſphäre berechnen; der tauſendſte Theil dieſes Gewichts iſt Kohlenſäure, welche etwas über 27 p. c. Kohlenſtoff enthält. Aus dieſer Berechnung ergiebt ſich nun, daß die Atmoſphäre 2800 Billionen Pfd. Kohlenſtoff enthält, eine Quantität, welche mehr beträgt, als das Gewicht aller Pflanzen, der bekannten Stein- und Braunkohlenlager auf dem ganzen Erdkörper zuſammengenommen. Dieſer Kohlenſtoff iſt alſo mehr als hinreichend, um dem Bedarf zu genügen. Der Kohlenſtoffgehalt des Meerwaſſers iſt verhältnißmäßig noch größer.

Nehmen wir an, daß die Oberfläche der Blätter und grünen Pflanzentheile, durch welche die Abſorption der Kohlenſäure geſchieht, doppelt ſo viel beträgt, als die Oberfläche des Bodens, auf dem die Pflanze wächſt, was beim Wald, bei den Wieſen und Getreidefeldern, die den meiſten Kohlenſtoff produciren, weit unter der wirklich thätigen Oberfläche iſt; nehmen wir ferner an, daß von einer zwei Fuß hohen Luftſchicht, die über einem Morgen ſchwebt, von 80000 Cubicfuß alſo, in jeder Zeitſecunde, 8 Stunden täglich, der Luft 0,00067 ihres Volums oder $^1/_{1000}$ ihres Gewichts an Kohlenſäure entzogen wird, ſo nehmen dieſe Blätter in 200 Tagen 1000 Pfd. Kohlenſtoff auf*).

So lange die Functionen der Organe einer Pflanze durch Widerſtände nicht unterdrückt ſind, iſt in dem Leben einer Pflanze kein Stillſtand denkbar. Die Wurzeln und alle Theile derſelben, welche die nämliche Fähigkeit beſitzen, ſaugen beſtändig Waſſer, ſie athmen Kohlenſäure ein; dieſe Fähigkeit

*) Wie viel Kohlenſäure der Luft in einer gegebenen Zeit entzogen werden kann, giebt folgende Rechnung zu erkennen: Bei dem Weißen eines kleinen Zimmers von 105 Meter Fläche (Wände und Decke zuſammengenommen) erhält es in 4 Tagen 6 Anſtriche mit Kalkmilch, es wird ein Ueberzug von kohlenſaurem Kalk gebildet, zu welchem die Luft die Kohlenſäure liefert. Nach einer genauen Beſtimmung erhält ein Quadratdecimeter Fläche einen Ueberzug von kohlenſaurem Kalk, welcher 0,732 Grm. wiegt. Obige 105 Meter ſind mithin bedeckt mit 7686 Grm. kohlenſaurem Kalk, welche 4325,6 Grm. Kohlenſäure enthalten. Das Gewicht eines Cubicdecimeters Kohlenſäure zu 2 Grm. angenommen (er wiegt 1,97978 Grm.), abſorbirt mithin obige Fläche 2,193 Cubicmeter Kohlenſäure in 4 Tagen.

Ein Morgen Land = 2500 Quadratmeter würde bei einer gleichen Behandlung in 4 Tagen 51½ Cubicmeter Kohlenſäure = 3296 Cubicfuß Kohlenſäure abſorbiren, in zweihundert Tagen würde dies 257 Cubicmeter = 164,800 Cubicfuß = 10,300 Pfd. Kohlenſäure = 2997 Pfd. Kohlenſtoff, alſo etwa dreimal mehr betragen, als die Blätter und Wurzeln der Pflanzen, die auf dieſem Boden wachſen, wirklich aſſimiliren.

iſt unabhängig von dem Sonnenlichte; die Kohlenſäure häuft ſich während der Nacht in allen Theilen der Pflanze an, und erſt von dem Augenblicke an, wo das Licht auf ſie einwirkt, geht die Zerlegung der Kohlenſäure, die Aſſimilation des Kohlenſtoffs, die Aushauchung von Sauerſtoffgas vor ſich; erſt in dem Momente, wo der Keim die Erde durchbricht, färbt er ſich von der äußerſten Spitze abwärts, die eigentliche Holzbildung nimmt damit ihren Anfang.

Die atmoſphäriſche Luft iſt in beſtändiger Bewegung, ſowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung; derſelbe Ort iſt abwechſelnd umgeben von Luft, die von den Polen oder von dem Aequator kommt. Ein ſehr ſchwacher Wind legt in einer Stunde ſechs Meilen, und in weniger als acht Tagen die Strecke zurück, die uns von den Tropen oder dem Pole ſcheidet, und wenn im Winter in den kalten und gemäßigten Zonen die Pflanzenwelt aufhört, den durch Verbrennungs- und Athmungsproceſſe der Luft entzogenen Sauerſtoff zu erſetzen, ſo ſind es die Gegenden, in denen die Vegetation ſich in vollſter Thätigkeit befinden, welche uns den dort in Freiheit geſetzten Sauerſtoff zuſenden; derſelbe Luftſtrom, welcher, veranlaßt durch die Erwärmung und Umdrehung der Erde, ſeinen Weg von dem Aequator zu den Polen zurückgelegt hat, bringt uns, zu dem Aequator zurückkehrend, den dort erzeugten Sauerſtoff und führt ihm die Kohlenſäure unſerer Winter zu.

Die Verſuche von de Sauſſure haben dargethan, daß die oberen Schichten der Luft mehr Kohlenſäure als die unteren enthalten, die mit den Pflanzen ſich in Berührung befinden, und daß der Kohlenſäuregehalt der Luft größer iſt bei Nacht, als bei Tage, wo das eingeſaugte kohlenſaure Gas zerſetzt wird.

Die Pflanzen verbeſſern die Luft, indem ſie die Kohlen-

ſäure entfernen, indem ſie den Sauerſtoff erneuern; dieſer Sauerſtoff kommt Menſchen und Thieren zuerſt und unmittelbar zu gut. Die Bewegung der Luft in horizontaler Richtung bringt uns ſo viel zu, als ſie hinwegführt; der Luftwechſel von unten nach oben, in Folge der Ausgleichung der Temperaturen, iſt, verglichen mit dem Wechſel durch Winde, verſchwindend klein.

Die Cultur erhöht den Geſundheitszuſtand der Gegenden; mit dem Aufhören aller Cultur werden ſonſt geſunde Gegenden unbewohnbar.

Die Braunkohlen, Steinkohlen und Torflager ſind die Ueberreſte einer unendlich reichen, ſeit Jahrtauſenden untergegangenen Vegetation; der Kohlenſtoff, den ſie enthalten, ſtammt aus der Atmoſphäre, in der Form von Kohlenſäure wurde er von den Pflanzen daraus aufgenommen.

Es iſt klar, die Atmoſphäre der Jetztzeit muß reicher ſein an Sauerſtoff, als die der Urwelt. Der Ueberſchuß, den ſie mehr enthält, muß genau dem Volumen der Kohlenſäure gleich ſein, welche zur Nahrung dieſer urweltlichen Pflanzen gedient hat, er muß dem Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, die wir in ihren Ueberreſten abgelagert finden, entſprechen.

Mit der Ablagerung von zehn Cubicfuß Splintkohle (von Newcaſtle ſpec. Gew. 1228 Formel $C_{24} H_{26} O$) ſind der Atmoſphäre über achtzehntauſend Cubicfuß Kohlenſäure entzogen worden; ſie wurde um ein dieſem gleiches Volum an reinem Sauerſtoff reicher, ihr Gehalt wurde ferner vergrößert um 4480 Cubicfuß Sauerſtoff von dem zerlegten Waſſer, deſſen Waſſerſtoff dieſe 10 Cubicfuß Kohle enthalten.

Die Atmoſphäre der Urwelt war ärmer an Sauerſtoff, ſie war aber reicher an Kohlenſäure, einer der Hauptbedingungen einer üppigen Vegetation. (Brogniart.)

Mit dem Untergange dieſer unermeßlich ausgedehnten Pflanzenwelt waren die Bedingungen des Beſtehens und der Fortdauer der höhern Thierwelt vorhanden.

Wenn auf der Oberfläche der Erde durch Anhäufung von lebenden Geſchöpfen oder durch Verbrennungsproceſſe die Kohlenſäurebildung zunimmt, ſo erhält damit an dieſem oder einem andern Orte die Vegetation einen Ueberſchuß an Nahrungsſtoff. Durch den Uebergang des Kohlenſtoffs dieſer Kohlenſäure zu einem Beſtandtheil der wildwachſenden oder Culturpflanzen wird das Gleichgewicht des Sauerſtoffgehalts wieder hergeſtellt. Mit dem Erſcheinen der Menſchen war die Unveränderlichkeit des Sauerſtoff- und Kohlenſäuregehalts der Atmoſphäre für immer feſtgeſetzt.

Wir erkennen in dem Leben der Pflanze, in der Aſſimilation des Kohlenſtoffs, als der wichtigſten ihrer Functionen, eine Sauerſtoffausſcheidung, man kann ſagen, eine Sauerſtofferzeugung.

Keine Materie kann als Nahrung der Pflanze angeſehen werden, deren Zuſammenſetzung ihrer eigenen gleich oder ähnlich iſt, deren Aſſimilation alſo erfolgen könnte, ohne dieſer Function zu genügen.

In dem zweite Theile ſind die Beweiſe niedergelegt, daß die in Verweſung begriffene Holzfaſer, der Humus, Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers ohne überſchüſſigen Sauerſtoff enthält; ihre procentige Zuſammenſetzung weicht nur inſofern von der des Holzes ab, als ſie reicher an Kohlenſtoff iſt.

Die Pflanzenphyſiologen haben die Bildung der Holzfaſer aus Humus für ſehr begreiflich erklärt, denn, ſagen ſie (Meyen, Pflanzenphyſiologie II. S. 141), der Humus darf nur Waſſer chemiſch binden, um die Bildung von Holzfaſer, Stärke oder Zucker zu bewirken.

Die nämlichen Naturforſcher haben aber die Erfahrung gemacht, daß Zucker, Amylon und Gummi in ihren wäſſrigen Auflöſungen von den Wurzeln der Pflanzen eingeſaugt und in alle Theile der Pflanze geführt werden, allein ſie werden von der Pflanze nicht aſſimilirt, ſie können zu ihrer Ernährung und Entwickelung nicht angewendet werden.

Es läßt ſich nun kaum eine Form denken, bequemer für Aſſimilation, als die Form von Zucker, Gummi oder Stärke, denn dieſe Körper enthalten ja alle Elemente der Holzfaſer, und ſtehen in Hinſicht auf ihre Zuſammenſetzung in dem nemlichen Verhältniß wie der Humus; allein ſie ernähren die Pflanze nicht.

Eine durchaus falſche Vorſtellung, ein Verkennen der wichtigſten Lebensfunctionen der Pflanze, liegt der Anſicht von der Wirkungsweiſe des Humus zum Grunde.

Die Analogie hat die unglückliche Vergleichung der Lebensfunctionen der Pflanzen mit denen der Thiere in dem Bett des Procruſtes erzeugt, ſie iſt die Mutter, die Gebärerin aller Irrthümer.

Materien, wie Zucker, Amylon ꝛc., welche Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enthalten, ſind Producte des Lebensproceſſes der Pflanzen, ſie leben nur, inſofern ſie dieſe erzeugen. Daſſelbe muß von dem Humus gelten, denn er kann eben ſo wie dieſe, in Pflanzen gebildet werden. Smithſon, Jameſon und Thomſon fanden, daß die ſchwarzen Ausſchwitzungen von kranken Ulmen, Eichen, und Roßkaſtanien aus Humusſäure in Verbindung mit Alkalien beſtehen.

Berzelius fand ähnliche Materien in den meiſten Baumrinden. Kann man nun in der That vorausſetzen, daß die kranken Organe einer Pflanze diejenige Materie zu er-

zeugen vermögen, der man die Fähigkeit zuſchreibt, das Leben dieſer Pflanze, ihr Gedeihen zu unterhalten!

Woher kommt es nun, kann man fragen, daß in den Schriften vieler Botaniker und Pflanzenphyſiologen die Aſſimilation des Kohlenſtoffs aus der Atmoſphäre in Zweifel geſtellt, daß von den meiſten die Verbeſſerung der Luft durch die Pflanzen geleugnet wird?

Dieſe Zweifel ſind hervorgegangen aus dem Verhalten der Pflanzen bei Abweſenheit des Lichtes, nämlich in der Nacht.

An die Verſuche von Ingenhouß knüpfen ſich zum großen Theil die Zweifel, welche der Anſicht entgegengeſtellt werden, daß die Pflanzen die Luft verbeſſern. Seine Beobachtung, daß die grünen Pflanzen im Dunkeln Kohlenſäure aushauchen, haben de Sauſſure und Grischow zu Verſuchen geführt, aus denen ſich herausgeſtellt hat, daß ſie in der That Sauerſtoff im Dunkeln einſaugen und dafür Kohlenſäure aushauchen, und daß die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, ihr Volumen vermindert; es iſt hieraus klar, daß die Menge des abſorbirten Sauerſtoffgaſes größer iſt, als das Volumen der abgeſchiedenen Kohlenſäure — wären beide gleich geweſen, ſo hätte keine Luftverminderung ſtattfinden können. Dieſe Thatſache kann nicht in Zweifel gezogen werden, allein die Interpretationen, die man ihr unterlegt hat, ſind ſo vollkommen falſch, daß nur die gänzliche Nichtbeachtung und Unkenntniß der chemiſchen Beziehungen einer Pflanze zu der Atmoſphäre, die ſie umgiebt, erklärt, wie man zu dieſen Anſichten gelangen konnte.

Es iſt bekannt, daß der indifferente Stickſtoff, das Waſſerſtoffgas, daß eine Menge anderer Gaſe eine eigenthümliche, meiſt ſchädliche Wirkung auf die lebenden Pflanzen ausüben.

Iſt es nun denkbar, daß eins der kräftigſten Agentien, der Sauerſtoff, wirkungslos auf eine Pflanze bliebe, ſobald ſie ſich in dem Zuſtande des Lebens befindet, wo einer ihrer eigenthümlichen Aſſimilationsproceſſe aufgehört hat?

Man weiß, daß mit der Abweſenheit des Lichtes die Zerſetzung der Kohlenſäure ihre Grenze findet. Mit der Nacht beginnt ein rein chemiſcher Proceß, in Folge der Wechſelwirkung des Sauerſtoffs der Luft auf die Beſtandtheile der Blätter, Blüthen und Früchte.

Dieſer Proceß hat mit dem organiſchen Lebensproceß in der Pflanze nicht das Geringſte gemein, denn er tritt in der todten Pflanze ganz in derſelben Form auf, wie in der lebenden.

Es läßt ſich mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit aus den bekannten Beſtandtheilen der Blätter verſchiedener Pflanzen vorausbeſtimmen, welche davon den meiſten Sauerſtoff im lebenden Zuſtande während der Abweſenheit des Lichtes abſorbiren werden. Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen, welche flüchtige Oele, überhaupt aromatiſch flüchtige Beſtandtheile enthalten, die ſich durch Aufnahme des Sauerſtoffs in Harz verwandeln, werden mehr Sauerſtoff einſaugen, als andere, welche frei davon ſind. Andere wieder, in deren Safte ſich die Beſtandtheile der Galläpfel befinden oder ſtickſtoffreiche Materien, werden mehr Sauerſtoff aufnehmen, als die, worin dieſe Beſtandtheile fehlen. Die Beobachtungen de Sauſſure's ſind entſcheidende Beweiſe für dieſes Verhalten, während die Agave americana mit ihren fleiſchigen geruch- und geſchmackloſen Blättern nur 0,3 ihres Volumens Sauerſtoff in 24 Stunden im Dunkeln abſorbirt, nehmen die mit flüchtigem, verharzbarem Oel durchdrungenen Blätter der Pinus abies die 10fache, die gerbeſäurehaltigen der Quercus robur die 14fache, die balſami-

ſchen Blätter der Populus alba die 21fache Menge des von der Agave americana eingeſaugten Sauerſtoffs auf. Wie zweifellos und augenſcheinlich zeigt ſich dieſe chemiſche Action in den Blättern der Cotyledon Calycina, der Cacalia ficoides und anderen, ſie ſind des Morgens ſauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geſchmacklos, am Abend bitter. In der Nacht findet alſo ein reiner Säurebildungs-, Oxydationsproceß Statt, am Tage und gegen Abend ſtellt ſich der Proceß der Sauerſtoffausſcheidung ein; die Säure geht in Subſtanzen über, welche Waſſerſtoff und Sauerſtoff im Verhältniß wie im Waſſer, oder noch weniger Sauerſtoff enthalten, wie in allen geſchmackloſen und bitteren Materien.

Ja man könnte aus den verſchiedenen Zeiten, welche die grünen Blätter der Pflanzen bedürfen, um durch den Einfluß der atmoſphäriſchen Luft ihre Farbe zu ändern, die abſorbirten Sauerſtoffmengen annähernd beſtimmen. Diejenigen, welche ſich am längſten grün erhalten, werden in gleichen Zeiten weniger Sauerſtoff aufnehmen als andere, deren Beſtandtheile eine raſche Veränderung erfahren. Man findet in der That, daß die Blätter von Ilex aquifolium, ausgezeichnet durch die Beſtändigkeit, mit welcher ſie ihre Farbe bewahren, 0,86 ihres Volumens Sauerſtoff in derſelben Zeit aufnehmen, in welcher die ſo leicht und ſchnell ihre Farbe verändernden Blätter der Pappel und Buche, die eine das 8fache, die andere das 9½fache ihres Volumens abſorbiren. (de Sauſſure.)

Das Verhalten der grünen Blätter der Eiche, Buche und Stechpalme, welche unter der Luftpumpe bei Abſchluß des Lichtes getrocknet und nach Befeuchtung mit Waſſer unter eine graduirte Glocke mit Sauerſtoffgas gebracht werden, entfernt jeden Zweifel über dieſen chemiſchen Proceß.

Alle vermindern das Volumen des eingeſchloſſenen Sauerſtoffgaſes, und zwar in dem nämlichen Verhältniß, als ſie ihre Farbe ändern. Dieſe Luftverminderung kann nur auf der Bildung von höheren Oxyden, oder einer Oxydation des Waſſerſtoffs der an dieſem Elemente reichen Beſtandtheile der Pflanzen beruhen.

Die Eigenſchaft der grünen Blätter, Sauerſtoff aufzunehmen, gehört aber auch dem friſchen Holze an, gleichgültig ob es von Zweigen oder dem Innern eines Stammes genommen worden iſt. Bringt man es in dem feuchten Zuſtande, wie es vom Baume gewonnen wird, in feinen Spänen unter eine Glocke mit Sauerſtoffgas, ſo findet man ſtets im Anfange das Volumen des Sauerſtoffs verringert; während das trockne befeuchtete Holz, welches eine Zeitlang der Atmoſphäre ausgeſetzt geweſen iſt, den umgebenden Sauerſtoff in Kohlenſäure ohne Aenderung des Volumens verwandelt, nimmt alſo das friſche Holz mehr Sauerſtoff auf *).

Die Herren Peterſen und Schödler haben durch ſorgfältige Elementaranalyſe von 24 verſchiedenen Holzarten bewieſen, daß ſie Kohlenſtoff, die Elemente des Waſſers und noch außerdem eine gewiſſe Menge Waſſerſtoff im Ueberſchuß enthalten; das Eichenholz, friſch vom Baume ge-

*) Wenn bei Ueberſchwemmungen durch das Austreten von Flüſſen die Wohnungen unter Waſſer geſetzt werden, zeigt ſich dieſe Eigenſchaft des Holzes als eine Urſache tödtlicher Krankheiten. Nach dem Ablauf des Waſſers bleibt alles Holz der Wohnhäuſer mit Waſſer durchdrungen zurück, was nur ſehr langſam verdunſtet. In dem feuchten Zuſtande nun iſt das Holz ein wahrer Sauerſtoffſauger; die Luft in den Räumen, wo ſich Menſchen und Thiere aufhalten, wird aber nicht allein ihres Sauerſtoffs beraubt, ſondern es häuft ſich darin kohlenſaures Gas an, was in einem gewiſſen Verhältniß (7—8 p. c.) eine direct verderbliche Wirkung ausübt.

nommen und bei 100° getrocknet, enthielt 49,432 Kohlenſtoff, 6,069 Waſſerſtoff und 44,499 Sauerſtoff.

Die Quantität Waſſerſtoff, welche nöthig iſt, um mit 44,499 Sauerſtoff Waſſer zu bilden, iſt $\frac{1}{8}$ dieſer Quantität, nämlich 5,56, es iſt klar, daß das Eichenholz $\frac{1}{12}$ mehr Waſſerſtoff enthält, als dieſem Verhältniß entſpricht; Pinus larix, Abies und Picea enthalten $\frac{1}{7}$, die Linde (Tilia europaea) ſogar $\frac{1}{5}$ mehr Waſſerſtoff: man ſieht leicht, daß der Waſſerſtoffgehalt in einiger Beziehung ſteht zu dem ſpecifiſchen Gewichte; die leichten Holzarten enthalten mehr davon als die ſchweren; das Ebenholz (Diospyros Ebenum) enthält genau die Elemente des Waſſers.

Der Unterſchied in der Zuſammenſetzung der Holzarten von der der reinen Holzfaſer beruht unleugbar auf der Gegenwart von waſſerſtoffreichen und ſauerſtoffarmen, zum Theil löslichen Beſtandtheilen, in Harz und andern Stoffen, deren Waſſerſtoff ſich in der Analyſe zu dem der Holzfaſer addirt.

Wenn nun, wie erwähnt worden iſt, das in Verweſung begriffene Eichenholz Kohle und die Elemente des Waſſers ohne Ueberſchuß an Waſſerſtoff enthält, wenn es während ſeiner Verweſung das Volumen der Luft nicht ändert, ſo muß nothwendig dieſes Verhältniß im Beginn der Verweſung ein anderes geweſen ſein, denn in den waſſerſtoffreichen Beſtandtheilen des Holzes iſt der Waſſerſtoff vermindert worden, und dieſe Verminderung kann nur durch eine Abſorption des Sauerſtoffs bewirkt worden ſein.

Die meiſten Pflanzenphyſiologen haben die Aushauchung der Kohlenſäure während der Nacht mit der Aufnahme von Sauerſtoffgas aus der Atmoſphäre in Verbindung gebracht, ſie betrachten dieſe Thätigkeit als den wahren Athmungs-

proceß der Pflanzen, welcher, wie bei den Thieren, eine Entkohlung zur Folge hat. Es giebt kaum eine Meinung, deren Basis schwankender, man kann sagen, unrichtiger ist.

Die von den Blättern, von den Wurzeln mit dem Wasser aufgenommene Kohlensäure wird mit der Abnahme des Lichtes nicht mehr zersetzt, sie bleibt in dem Safte gelöst, der alle Theile der Pflanze durchdringt; in jedem Zeitmomente verdunstet mit dem Wasser aus den Blättern, eine ihrem Gehalt entsprechende Menge Kohlensäure.

Ein Boden, in welchem die Pflanzen kräftig vegetiren, enthält als eine nie fehlende Bedingung ihres Lebens, unter allen Umständen, eine gewisse Quantität Feuchtigkeit, nie fehlt in diesem Boden kohlensaures Gas, gleichgiltig, ob es von demselben aus der Luft aufgenommen oder durch die Verwesung von Vegetabilien erzeugt wird; kein Brunnen- oder Quellwasser, nie ist das Regenwasser frei von Kohlensäure; in keinerlei Perioden des Lebens einer Pflanze hört das Vermögen der Wurzel auf, Feuchtigkeit und mit derselben Luft und Kohlensäure einzusaugen.

Kann es nun auffallend sein, daß diese Kohlensäure mit dem verdunsteten Wasser von der Pflanze an die Atmosphäre unverändert wieder zurückgegeben wird, wenn die Ursache der Fixirung des Kohlenstoffs, wenn das Licht fehlt?

Diese Aushauchung von Kohlensäure hat mit dem Assimilationsproceß, mit dem Leben der Pflanze eben so wenig zu thun, als die Einsaugung des Sauerstoffs. Beide stehen mit einander nicht in der geringsten Beziehung, der eine ist ein rein mechanischer, der andere ein rein chemischer Proceß. Ein Docht von Baumwolle, den man in eine Lampe eintaucht, welche eine mit Kohlensäure gesättigte Flüssigkeit enthält, wird sich gerade so verhalten, wie eine lebende Pflanze

in der Nacht, Wasser und Kohlensäure werden durch Capillarität aufgesaugt, beide verdunsten außerhalb an dem Dochte wieder *).

Pflanzen, welche in einem feuchten, an Humus reichen Boden leben, werden in der Nacht mehr Kohlensäure aushauchen, als andere an trockenen Standörtern, nach dem Regen mehr als bei trockener Witterung; alle diese Einflüsse erklären die Menge von Widersprüchen in den Beobachtungen, die man in Beziehung auf die Veränderung der Luft durch lebende Pflanzen oder durch abgeschnittene Zweige davon, bei Abschluß des Lichtes oder im gewöhnlichen Tageslichte gemacht hat: Widersprüche, welche keiner Beachtung werth sind, da sie nur Thatsachen feststellen, ohne die Frage zu lösen.

Es giebt aber noch andere entscheidende Beweise, daß die Pflanzen mehr Sauerstoff an die Luft abgeben, als sie überhaupt derselben entziehen, Beweise, die sich ohne besondere Vorrichtungen an den Pflanzen, welche unter Wasser leben, mit Sicherheit führen lassen.

Wenn die Oberfläche von Teichen und Gräben, deren Boden mit grünen Pflanzen bedeckt ist, im Winter gefriert, so daß das Wasser von der Atmosphäre völlig, durch eine Schicht klaren Eises abgeschlossen ist, so sieht man während des Tages und ganz vorzüglich während die Sonne auf das Eis fällt, unaufhörlich kleine Luftbläschen von den Spitzen der Blätter und kleineren Zweige sich lösen, die sich unter dem Eise zu großen Blasen sammeln; diese Luftblasen

*) Boucherie sah aus einem frisch abgeschnittenen Strunk eines im Safte stehenden Baumes einen ungeheuern Strom von Kohlensäure sich ergießen, welcher offenbar durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen worden war. (Dumas, Leçon p. 71.)

ſind reines Sauerſtoffgas, was ſich beſtändig vermehrt; weder bei Tage, wenn die Sonne nicht ſcheint, noch bei Nacht, läßt ſich eine Verminderung beobachten. Dieſer Sauerſtoff rührt von der Kohlenſäure her, die ſich in dem Waſſer befindet, und in dem Grade wieder erſetzt wird, als ſie die Pflanzen hinwegnehmen; ſie wird erſetzt durch fortſchreitende Fäulnißproceſſe der abgeſtorbenen Pflanzenüberreſte. Wenn demnach dieſe Pflanzen Sauerſtoffgas während der Nacht einſaugen, ſo kann ſeine Menge nicht mehr betragen, als das umgebende Waſſer aufgelöſ't enthält, denn der in Gasform abgeſchiedene wird nicht wieder aufgenommen.

H. Davy ſchnitt von einer Wieſe ein Stück Raſen von vier Zoll im Quadrat und legte es in eine Porzellanſchale, die in einem weiten Gefäße auf Waſſer ſchwamm. Durch eine tubulirte Glasglocke, die er über das Ganze ſtürzte, ſperrte er die äußere Luft von dem Graſe völlig ab. Der Raſen wurde durch den Tubulus der Glocke von Zeit zu Zeit befeuchtet und dem Waſſer, worauf die Schale mit dem Raſen ſchwamm, von Zeit zu Zeit etwas mit Kohlenſäure geſättigtes Waſſer zugeſetzt.

Das Gras vegetirte alſo in einem abgeſperrten bekannten Volumen Luft (230 Cubikzoll), was eine gewiſſe Menge gasförmige Kohlenſäure enthielt. Bei dem Ausſetzen dieſer Vorrichtung zeigte ſich nun, daß das Gasvolumen in der Glocke bei gewöhnlichem Tageslichte ſich vergrößerte. Nach 8 Tagen betrug die Zunahme 30 Cubikzoll, und durch die Analyſe fand ſich, daß die Luft in der Glocke vier Procent Sauerſtoff mehr enthielt, als die Luft außerhalb (Agric. Chem. 5te Vorleſung). Man ſehe ferner die trefflichen Verſuche von Daubeny, on the action of Light upon plants

and of plants upon the atmosphere. Philosophical transactions. Part. I. 1836.

In dem Vorhergehenden iſt der Beweis niedergelegt, daß der Kohlenſtoff der Pflanzen aus der Atmoſphäre ſtammt; es ſind nun die Wirkungen des Humus und der anorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen, ſo wie der Antheil, den beide an der Entwickelung der Vegetation nehmen, und die Quellen des Stickſtoffs zu beleuchten.

Urſprung und Verhalten des Humus.

Es iſt in dem zweiten Theile auseinandergeſetzt, daß alle Pflanzen und Pflanzentheile mit dem Aufhören des Lebens zwei Zerſetzungsproceſſe erleiden, von denen man den einen Gährung oder Fäulniß, den andern Verweſung nennt.

Es iſt gezeigt worden, daß die Verweſung einen langſamen Verbrennungsproceß bezeichnet, den Vorgang alſo, wo die verbrennlichen Beſtandtheile des verweſenden Körpers ſich mit dem Sauerſtoff der Luft verbinden.

Die Verweſung des Hauptbeſtandtheiles aller Vegetabilien, der Holzfaſer, zeigt eine Erſcheinung eigenthümlicher Art.

Mit Sauerſtoff in Berührung, mit Luft umgeben, verwandelt ſie nämlich den Sauerſtoff in ein ihm gleiches Volumen kohlenſaures Gas; mit dem Verſchwinden des Sauerſtoffs hört die Verweſung auf.

Wird dieſes kohlenſaure Gas hinweggenommen und durch Sauerſtoff erſetzt, ſo fängt die Verweſung von neuem

an, d. h. der Sauerſtoff wird wieder in Kohlenſäure verwandelt.

Die Holzfaſer beſteht nun aus Kohlenſtoff und den Elementen des Waſſers; von allem Andern abgeſehen, geht ihre Verbrennung vor ſich, wie wenn man reine Kohle bei ſehr hohen Temperaturen verbrennt, gerade ſo, als ob kein Waſſerſtoff und Sauerſtoff mit ihr in der Holzfaſer verbunden wäre.

Die Vollendung dieſes Verbrennungsproceſſes erfordert eine ſehr lange Zeit; eine unerläßliche Bedingung zu ſeiner Unterhaltung iſt die Gegenwart von Waſſer; Alkalien befördern ihn, Säuren verhindern ihn, alle antiſeptiſchen Materien, ſchweflige Säure, Queckſilberſalze und brenzliche Oele heben ihn gänzlich auf.

Die in Verweſung begriffene Holzfaſer iſt der Körper, den wir Humus nennen.

In demſelben Grade, als die Verweſung der Holzfaſer vorangeſchritten iſt, vermindert ſich ihre Fähigkeit, zu verweſen, d. h. das umgebende Sauerſtoffgas in Kohlenſäure zu verwandeln; zuletzt bleibt eine gewiſſe Menge einer braunen oder kohlenartigen Subſtanz zurück, die man Moder nennt; ſie iſt das Product der vollendeten Verweſung der Holzfaſer. Der Moder macht den Hauptbeſtandtheil aller Braunkohlenlager und des Torfes aus. Bei Berührung mit Alkalien, Kalk, Ammoniak fährt die Verweſung des Moders fort.

In einem Boden, welcher der Luft zugänglich iſt, verhält ſich der Humus genau wie an der Luft ſelbſt; er iſt eine langſame äußerſt andauernde Quelle von Kohlenſäure.

Um jedes kleinſte Theilchen des verweſenden Humus entſteht, auf Koſten des Sauerſtoffs der Luft, eine Atmoſphäre von Kohlenſäure.

In der Cultur wird, durch Bearbeitung und Auflockerung

der Erde, der Luft ein möglichſt ungehinderter und freier Zutritt verſchafft.

Ein ſo vorbereiteter und feuchter Boden enthält alſo eine Atmoſphäre von Kohlenſäure, und damit die erſte und wichtigſte Nahrung für die junge Pflanze, welche ſich darauf entwickeln ſoll.

Im Frühlinge, wo die Organe fehlen, welche die Natur beſtimmt hat, die Nahrung aus der Atmoſphäre aufzunehmen, wo dieſe Organe erſt gebildet werden, ſind es die Beſtandtheile des Samens, welche zuerſt und ausſchließlich zur Bildung der Wurzeln verwendet werden; mit jeder Wurzelfaſer erhält die Pflanze einen Mund, eine Lunge, einen Magen.

Von dem Augenblicke an, wo ſich die erſten Wurzelfaſern gebildet haben, führen ſie aus der Atmoſphäre, in der ſie ſich befinden, aus dem Boden nämlich, Nahrung zu; von dem Humus ſtammt die Kohlenſäure her.

Durch Auflockerung des Bodens um die junge Pflanze erneuern und vervielfältigen wir den Zutritt der Luft, wir begünſtigen damit die Bildung der Kohlenſäure; die Quantität der erzeugten Nahrung würde ſich vermindern mit jeder Schwierigkeit, die ſich im Boden dieſer Lufterneuerung entgegenſtellt; bei einem gewiſſen Grade der Entwicklung der Pflanze iſt ſie es ſelbſt, welche dieſen Luftwechſel bewirkt. Die Atmoſphäre von Kohlenſäure, welche den unverweſ'ten Theil des Humus vor weiterer Veränderung ſchützt, wird von den feinen Wurzelhaaren, den Wurzeln ſelbſt, aufgeſaugt und hinweggenommen, ſie wird erſetzt durch atmoſphäriſche Luft, die ihren Platz einnimmt; die Verweſung ſchreitet fort, es wird auf Koſten ihres Sauerſtoffs eine neue Quantität Kohlenſäure gebildet. In dieſer Zeit empfängt die Pflanze von den Wurzeln und äußeren Organen gleichzeitig Nahrung, ſie ſchreitet raſch ihrer Vollendung entgegen.

Iſt die Pflanze völlig entwickelt, ſind ihre Organe der Ernährung völlig ausgebildet, ſo bedarf ſie der Kohlenſäure des Bodens nicht mehr.

In den heißen Sommermonaten, wo der Mangel an Feuchtigkeit die Zufuhr von Nahrungsſtoff aus dem Boden hemmt, ſchöpft ſie den Kohlenſtoff ausſchließlich aus der Luft.

Wir wiſſen bei den Pflanzen nicht, welche Höhe und Stärke ihnen die Natur angewieſen hat, wir kennen nur das gewöhnliche Maß ihrer Größe.

Als große werthvolle Seltenheiten ſieht man in London und Amſterdam Eichbäume, von chineſiſchen Gärtnern gezogen, von anderthalb Fuß Höhe, deren Stamm, Rinde, Zweige und ganzer Habitus ein ehrwürdiges Alter erkennen laſſen, und die kleine Teltower-Rübe wird in einem Boden, wo ihr frei ſteht, ſo viel Nahrung aufzunehmen, als ſie kann, zu einem mehrere Pfunde ſchweren Dickwanſt.

In einer gegebenen Zeit ſteht die Zunahme einer Pflanze an Maſſe, im Verhältniß zu der Anzahl und der Oberfläche der Organe, welche beſtimmt ſind, Nahrung zuzuführen. Bei gleicher Oberfläche verhält ſich in zwei Pflanzen die Zunahme wie die Zeiten der thätigen Aufſaugung. Die Nadelholzpflanzen, deren Oberfläche ſich den größten Theil des Jahres hindurch in Thätigkeit befindet, nehmen unter gleichen Bedingungen mehr auf, als die Laubholzpflanzen, die ihre Blätter im Herbſte verlieren. Mit jedem Blatt gewinnt die Pflanze einen Mund und Magen mehr.

Der Thätigkeit der Wurzeln, Nahrung aufzunehmen, wird nur durch Mangel eine Grenze geſetzt; iſt ſie im Ueberfluß vorhanden, und wird ſie zur Ausbildung der vorhandenen Organe nicht völlig verzehrt, ſo kehrt dieſer Ueber-

ſchuß nicht in den Boden zurück, ſondern er wird in der Pflanze zur Hervorbringung von neuen Organen verwendet. Die fortdauernde Zufuhr an Kohlenſäure durch einen an Humus reichen Boden muß auf die fortſchreitende Entwickelung der Pflanze den entſchiedenſten Einfluß äußern, vorausgeſetzt, daß die übrigen Bedingungen zur Aſſimilation des Kohlenſtoffs ſich vereinigt finden.

Neben der vorhandenen Zelle entſteht eine neue, neben dem entſtandenen Zweig und Blatt entwickelt ſich ein neuer Zweig, ein neues Blatt; ohne Ueberſchuß an Nahrung wären dieſe nicht zur Entwickelung gekommen. Der in dem Samen entwickelte Zucker und Schleim verſchwindet mit der Entwickelung der Knospen, grünen Triebe und Blätter.

Mit der Ausbildung, mit der Anzahl der Organe, der Zweige und Blätter, denen die Atmoſphäre Nahrung liefert, wächſt in dem nämlichen Verhältniß ihre Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen und an Maſſe zuzunehmen, denn dieſe Fähigkeit nimmt im Verhältniß wie ihre Oberfläche zu.

Die ausgebildeten Blätter, Triebe und Zweige bedürfen zu ihrer eigenen Erhaltung der Nahrung nicht mehr, ſie nehmen an Umfang nicht mehr zu; um als Organe fortzubeſtehen, haben ſie ausſchließlich nur die Mittel nöthig, die Function zu unterhalten, zu der ſie die Natur beſtimmt hat, ſie ſind nicht ihrer ſelbſt wegen vorhanden.

Wir wiſſen, daß dieſe Function in ihrer Fähigkeit beſteht, die atmoſphäriſchen Nahrungsſtoffe einzuſaugen und unter dem Einfluß des Lichtes, bei Gegenwart von Feuchtigkeit, ihre Elemente ſich anzueignen.

Dieſe Function iſt unausgeſetzt, von der erſten Entwickelung an, in Thätigkeit, ſie hört nicht auf mit ihrer völligen Ausbildung.

Aber die neuen, aus dieſer unausgeſetzt fortdauernden Aſſimilation hervorgehenden Producte, ſie werden nicht mehr für ihre eigene Entwickelung verbraucht, ſie dienen jetzt zur weitern Ausbildung des Holzkörpers und aller ihr ähnlich zuſammengeſetzten feſten Stoffe, es ſind die Blätter, welche jetzt die Bildung des Zuckers, des Amylons, der Säuren vermitteln. So lange ſie fehlten, hatten die Wurzeln dieſe Verrichtung in Beziehung auf diejenigen Materien übernommen, welche der Halm, die Knospe, das Blatt und die Zweige zu ihrer Ausbildung bedurften.

In dieſer Periode des Lebens nehmen die Organe der Aſſimilation aus der Atmoſphäre mehr Nahrungsſtoffe auf, als ſie ſelbſt verzehren, und mit der fortſchreitenden Entwickelung des Holzkörpers, wo der Zufluß an Nahrung immer der nämliche bleibt, ändert ſich die Richtung, in der ſie verwendet wird, es beginnt die Entwickelung der Blüthe, und mit der Ausbildung der Frucht iſt bei den meiſten Pflanzen der Function der Blätter eine Grenze geſetzt, denn die Producte ihrer Thätigkeit finden keine Verwendung mehr. Sie unterliegen der Einwirkung des Sauerſtoffs, wechſeln in Folge derſelben gewöhnlich ihre Farbe, und fallen ab.

In der Periode der Blüthe und Fruchtbildung entſtehen in allen Pflanzen in Folge einer Metamorphoſe der vorhandenen Stoffe eine Reihe von neuen Verbindungen, welche vorher fehlten, von Materien, welche Beſtandtheile der ſich bildenden Blüthe, Frucht oder des Samens ausmachen.

Metamorphoſen vorhandener Verbindungen gehen in dem ganzen Lebensacte der Pflanzen vor ſich, und in Folge derſelben gasförmige Secretionen durch die Blätter und Blüthen, feſte Excremente in den Rinden und flüſſige lösliche Stoffe durch die Wurzeln. Dieſe Secretionen finden ſtatt

unmittelbar vor dem Beginn und während der Dauer der Blüthe, ſie vermindern ſich nach der Ausbildung der Frucht; durch die Wurzeln werden kohlenſtoffreiche Subſtanzen abgeſchieden und von dem Boden aufgenommen.

In dieſen Stoffen, welche unfähig ſind, eine Pflanze zu ernähren, empfängt der Boden den größten Theil des Kohlenſtoffs wieder, den er den Pflanzen im Anfange ihrer Entwickelung in der Form von Kohlenſäure gegeben hatte.

Die von dem Boden aufgenommenen löslichen Excremente gehen durch den Einfluß der Luft und Feuchtigkeit einer fortſchreitenden Veränderung entgegen; indem ſie der Fäulniß und Verweſung unterliegen, erzeugt ſich aus ihnen wieder der Nahrungsſtoff einer neuen Generation, ſie gehen in Humus über. Die im Herbſte fallenden Blätter im Walde, die alten Wurzeln der Graspflanzen auf den Wieſen verwandeln ſich durch dieſe Einflüſſe ebenfalls in Humus. Der Kohlenſtoff der Wurzeln der jährigen Gewächſe, der Getreide und Gemüſepflanzen ſtammt zweifellos zum größten Theil aus der Atmoſphäre.

Dieſe Wurzeln bleiben nach der Erndte in dem Boden unſerer Aecker, und gehen im Winter durch Fäulniß und Verweſungsproceſſe in Humus, in die Materie, alſo über, welche einer neuen Vegetation Kohlenſäure zu liefern vermag. In dieſer Form empfängt der Boden im Ganzen an Kohlenſtoff mehr wieder, als der verweſende Humus als Kohlenſäure abgab.

Im Allgemeinen erſchöpft keine Pflanze in ihrem Zuſtande der normalen Entwickelung den Boden in Beziehung auf ſeinen Gehalt an Kohlenſtoff; ſie macht ihn im Gegentheil reicher daran. Wenn aber die Pflanzen dem Boden den empfangenen Kohlenſtoff wiedergeben, wenn ſie ihn daran

reicher machen, ſo iſt klar, daß diejenige Menge, die wir in irgend einer Form bei der Erndte dem Boden nehmen, daß dieſe ihren Urſprung der Atmoſphäre verdankt. Die einfache Betrachtung, daß das Waſſer eines Brunnens in einem an Dammerde und damit an verweſenden Pflanzenſtoffen reichen Garten, farblos und kryſtallhell iſt und keine Humusſäure oder ein humusſaures Salz enthält, daß in dem Waſſer unſerer Wieſenquellen, Bäche und Flüſſe, der an alkaliſchen Baſen reichen Säuerlinge keine Humusſäure nachweisbar iſt, zeigt, daß die fruchtbare Gartenerde keine wirkliche Humusſäure enthält oder daß die letztere durch Vermittelung des Waſſers nicht in die Pflanzen übergeht, daß alſo die gewöhnliche Anſicht über die Wirkungsweiſe des Humus auf einem Irrthume beruht. Aus dem Gehalte des Waſſers, was ſich in einem Loche auf einer Wieſe ſammelt, an Kohlenſäure und an den darin löslichen Baſen, aus dem Gehalte der meiſten Brunnenwaſſer an Kohlenſäure geht die Wirkung des Humus und der verweſenden Pflanzenſtoffe auf die Vegetation auf eine klare und unzweideutige Weiſe hervor.

Der Humus ernährt die Pflanze nicht, weil er im löslichen Zuſtande von derſelben aufgenommen und als ſolcher aſſimilirt wird, ſondern weil er eine langſame und andauernde Quelle von Kohlenſäure darſtellt, welche als das Hauptnahrungsmittel die Wurzeln der Pflanze, ſo lange ſich im Boden die Bedingungen zur Verweſung (Feuchtigkeit und Zutritt der Luft) vereinigt finden, zu allen Zeiten mit Nahrung verſieht.

In den heißen Climaten ſind die grünenden Gewächſe mehrentheils ſolche, die nur einer Befeſtigung in dem Boden bedürfen, um ohne Mitwirkung ſich zu entwickeln. Wie ver-

ſchwindend iſt bei den Cactus-, Sedum- und Sempervivum-Arten die Wurzel gegen die Maſſe, gegen die Oberfläche der Blätter*), und in dem dürreſten, trockenſten Sande, wo von einer Zuführung von Nahrung durch die Wurzel gar nicht die Rede ſein kann, ſehen wir die milchſaftführenden Gewächſe zur vollſten Entwickelung gelangen; die aus der Luft aufgenommene, zu ihrer Exiſtenz unentbehrliche Feuchtigkeit, wird durch die Beſchaffenheit der Blätter und des Saftes ſelbſt vor der Verdunſtung geſchützt; Kautſchuck, Wachs bilden, wie in den öligen Emulſionen, während der Verdunſtung an der Oberfläche des Saftes eine Art undurchdringlicher Hülle, ſie ſtrotzen von Saft. Wie in der Milch die ſich bildende Haut der Verdunſtung eine Grenze ſetzt, ſo in dieſen Pflanzen der Milchſaft.

Der Urſprung und die Aſſimilation des Waſſerſtoffs.

Die Luft enthält den Kohlenſtoff der Gewächſe in der Form von Kohlenſäure, in der Form alſo einer Sauerſtoffverbindung. Der feſte Theil der Pflanzen, die Holzfaſer, enthält Kohlen-

*) Der Cactus, welcher wahrſcheinlich durch die Spanier nach Sicilien kam, iſt für dieſe Inſel und beſonders für Palermo und die Aetnabevölkerung, was für uns die Kartoffeln ſind. Die ergiebige ſaftreiche und kühlende Frucht, welche dem Fremden anfänglich ſo fade dünkt, gewährt namentlich den niederen Claſſen drei Monate lang die einzige ſehr beliebte Nahrung.

Wie man bei uns von Getreidefeldern ſpricht, ſo überzieht die Gebirge bei Palermo der Cactus, und er iſt hier um ſo wichtiger, als er in den alles Humus beraubten Felsſpalten in den Schlacken und Riſſen der Lavaſtröme des Aetna leicht Wurzel faßt, und ſeine verweſenden Blätter nach und nach eine für andere Pflanzen fruchtbare Erde ſchaffen. (Ausland. S. 274. 3. Oct. 1842.)

stoff und die Bestandtheile des Wassers, oder die Elemente der Kohlensäure plus einer gewissen Menge Wasserstoff. Wir können uns das Holz entstanden denken aus dem Kohlenstoff der Kohlensäure, der sich unter Mitwirkung des Sonnenlichts mit den Elementen des vorhandenen Wassers verbindet; in diesem Falle müssen für je 27,65 Gewichtstheile Kohlenstoff, welcher von der Pflanze assimilirt wird, 72,35 Gewichtstheile Sauerstoff als Gas abgeschieden werden, oder was weit wahrscheinlicher ist: Die Pflanze zerlegt unter denselben Bedingungen bei Gegenwart von Kohlensäure das Wasser, sein Wasserstoff wird mit der Kohlensäure assimilirt, während sein Sauerstoff abgeschieden wird; zu 100 Theilen Kohlensäure müssen demnach 9,77 Theile Wasserstoff treten, um die Holzfaser zu bilden, und es werden 72,35 Gewichtstheile, eine dem Gehalt der Kohlensäure genau gleiche Quantität Sauerstoff, die zum Theil mit diesem Sauerstoff verbunden waren, in der Form von Gas abgeschieden *).

Ein jeder Morgen Land, welcher 10 Ctr. Kohle producirt, wird mithin jährlich an die Atmosphäre 2600 Pfd. reines Sauerstoffgas zurückgeben; da nun das specifische Gewicht des Sauerstoffs durch die Zahl 1,1026 ausgedrückt wird, so wiegt 1 Cubicmeter Sauerstoff 1432 Grm. oder 2,864 Pfd. hess. Gewicht, und diese 2600 Pfd. Sauerstoff entsprechen 908 Cubicmetern oder 58112 Cubicfuß (hess.) Sauerstoffgas.

Ein Morgen Wiese, Wald oder überhaupt cultivirtes Land, auf welchem 10 Ctr. Kohlenstoff in der Form von

*) Da es für das Endresultat ganz gleichgültig ist, welcher Ansicht man den Vorzug giebt, so werden beide in dem Folgenden ohne Unterschied gebraucht werden. — Bei der Bildung von Verbindungen, welche mehr Wasserstoff neben Sauerstoff enthalten, als dem Mischungsverhältniß im Wasser entspricht, oder bei denen, welche keinen Sauerstoff enthalten, muß eine Zersetzung der Kohlensäure angenommen werden.

Holz, Gras, Blättern und Früchten geerndtet werden, erſetzt alſo den Sauerſtoff der Atmoſphäre wieder, welcher durch 10 Ctr. Kohlenſtoff bei ſeiner Verbrennung in der Luft, oder durch den Reſpirationsproceß der Thiere verzehrt wird.

Es iſt erwähnt worden, daß die Holzfaſer Kohle und die Beſtandtheile des Waſſers enthält, daß aber in dem Holz mehr Waſſerſtoff enthalten iſt, als dieſem Verhältniß entſpricht; dieſer Waſſerſtoff befindet ſich darin in der Form von Blattgrün, Wachs, Oel, Harz oder überhaupt in der Form von ſehr waſſerſtoffreichen Materien, er kann dieſen Subſtanzen nur von dem Waſſer geliefert worden ſein; für jedes Aequivalent Waſſerſtoff, was in einer dieſer Formen von der Pflanze aſſimilirt wird, muß 1 Aeq. Sauerſtoff an die Atmoſphäre zurückgegeben werden.

Man wird die Menge des hierdurch freiwerdenden Sauerſtoffs nicht für verſchwindend halten können, wenn man in Erwägung zieht, daß für jedes Pfund aſſimilirten Waſſerſtoff die Atmoſphäre 178,5 Cubicfuß (heſſ.) Sauerſtoff empfängt.

Wie erwähnt, giebt die Pflanze in dem Aſſimilationsproceß der Holzfaſer eine Quantität Sauerſtoff an die Atmoſphäre, welche unter allen Umſtänden die nämliche iſt, gleichgültig, ob ſeine Abſcheidung in einer Zerſetzung des Waſſers oder der Kohlenſäure ihre Urſache hat. — Das Erſtere iſt oben für wahrſcheinlicher erklärt worden.

Wir wiſſen aus der Bildung des Wachſes, der flüchtigen und fetten Oele, des Kautſchucks in den Pflanzen, daß ſie im lebenden Zuſtande die Fähigkeit beſitzen, Waſſer zu zerlegen, denn der Waſſerſtoff kann den ſtickſtofffreien Beſtandtheilen nur von dem Waſſer geliefert werden. Ja, aus den

Beobachtungen des A. v. Humboldt über die Pilze ergiebt sich, daß eine Zersetzung des Wassers erfolgen kann ohne Assimilation des Wasserstoffs. Wir kennen in dem Wasser die merkwürdige Verbindung zweier Elemente, die sich in zahllosen Processen von einander zu trennen vermögen, ohne daß wir im Stande sind, diese Trennung durch unsere Sinne wahrzunehmen, während die Kohlensäure nur unter den gewaltsamsten Einwirkungen zersetzbar ist.

Die meisten Pflanzengebilde enthalten Wasserstoff in der Form von Wasser, welches sich als solches abscheiden, ersetzen läßt durch andere Körper; derjenige Wasserstoff aber, welcher zu ihrer Constitution wesentlich ist, kann unmöglich in der Form von Wasser darin enthalten sein.

Aller zum Bestehen einer organischen Verbindung unentbehrliche Wasserstoff wird durch Zersetzung von Wasser der Pflanze geliefert.

Der Assimilationsproceß der Pflanze in seiner einfachsten Form stellt sich mithin dar als eine Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser und von Kohlenstoff aus der Kohlensäure, in Folge welcher aller Sauerstoff des Wassers und aller Sauerstoff der Kohlensäure, wie bei den flüchtigen sauerstofffreien Oelen, dem Kautschuck ꝛc., oder nur ein Theil dieses Sauerstoffs abgeschieden wird.

Die bekannte Zusammensetzung der verbreitetsten organischen Verbindungen gestattet uns, die Quantität des ausgeschiedenen Sauerstoffs in bestimmten Verhältnissen auszudrücken.

36 Aeq. Kohlensäure u. 22 Aeq. Wasserstoff aus 22 Aeq. Wasser
= Holzfaser mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure u. 36 Aeq. Wasserstoff aus 36 Aeq. Wasser
= Zucker, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlenſäure u. 30 Aeq. Waſſerſtoff aus 30 Aeq. Waſſer = Stärke, mit Ausſcheidung von 72 Aeq. Sauerſtoff.

36 Aeq. Kohlenſäure u. 16 Aeq. Waſſerſtoff aus 16 Aeq. Waſſer = Gerbeſäure, mit Ausſcheidung v. 64 Aeq. Sauerſtoff.

36 Aeq. Kohlenſäure u. 18 Aeq. Waſſerſtoff aus 18 Aeq. Waſſer = Weinſäure, mit Ausſcheidung v. 45 Aeq. Sauerſtoff.

36 Aeq. Kohlenſäure u. 18 Aeq. Waſſerſtoff aus 18 Aeq. Waſſer = Aepfelſäure, mit Ausſcheidung v. 54 Aeq. Sauerſtoff.

30 Aeq. Kohlenſäure u. 24 Aeq. Waſſerſtoff aus 24 Aeq. Waſſer = Terpentinöl, mit Ausſcheidung v. 84 Aeq. Sauerſtoff.

Man beobachtet leicht, daß die Bildung der Säuren begleitet iſt von der ſchwächſten Sauerſtoffausſcheidung, ſie nimmt zu bei den ſogenannten neutralen Stoffen, der Holzfaſer, Zucker, Stärke und erreicht ihr Maximum bei den Oelen. Die Wirkung des Sonnenlichtes, der Einfluß der Wärme bei dem Reifen der Sommer-Früchte wird gewiſſermaßen durch dieſe Zahlen repräſentirt.

Beim Reifen der Früchte im Dunkel vermindert ſich unter Abſorption von Sauerſtoff das harzige waſſerſtoffreiche Blattgrün; es bilden ſich rothe und gelbe Farbeſtoffe; Weinſäure, Citronenſäure, Gerbeſäure verſchwinden; aus dem Amylon der Früchte entſteht Zucker und Gummi.

6 Aeq. Weinſäure, beim Hinzutreten von 6 Aeq. Sauerſtoff, geben Traubenzucker unter Abſcheidung von 12 Aeq. Kohlenſäure.

1 Aeq. Gerbeſtoff, beim Hinzutreten von 8 Aeq. Sauerſtoff und 4 Aeq. Waſſer, geben unter Ausſcheidung von 6 Aeq. Kohlenſäure 1 Aeq. Amylum.

Auf dieſe und ähnliche Weiſe läßt ſich die Bildung von allen ſtickſtofffreien Beſtandtheilen aus Kohlenſäure und Waſſerſtoff mit Ausſcheidung von Sauerſtoff und die Umwand-

lung des einen in den andern durch Ausſcheidung von Kohlenſäure unter Aſſimilation von Sauerſtoff erklären.

Wir wiſſen nicht, in welcher Form die Bildung der Beſtandtheile organiſcher Weſen vor ſich geht; in dieſer Beziehung muß man dieſe Entwickelung als ein Bild betrachten, geeignet, uns die Entſtehung zu verſinnlichen, allein man muß dabei nicht vergeſſen, daß, wenn die Verwandlung der Weinſäure in Zucker, in den Weintrauben z. B., als Thatſache angeſehen wird, ſo kann ſie in keinerlei Umſtänden in anderen Verhältniſſen vor ſich gehen.

Der Lebensproceß in der Pflanze ſtellt ſich unter dem bezeichneten Geſichtspunkt dar, als der Gegenſatz des chemiſchen Proceſſes in der Salzbildung. Kohlenſäure, Waſſer und Zink, mit einander in Berührung, üben eine beſtimmte Wirkung auf einander aus, unter Abſcheidung von Waſſerſtoff entſteht eine weiße, pulverförmige Verbindung, welche Kohlenſäure, Zink und den Sauerſtoff des Waſſers enthält.

Die lebende Pflanze vertritt in dieſem Proceß das Zink; es entſtehen in ihrem Aſſimilationsproceſſe, unter Ausſcheidung von Sauerſtoff, Verbindungen, welche die Elemente der Kohlenſäure und den Waſſerſtoff des Waſſers enthalten.

Die Verweſung iſt im Eingange als der große Naturproceß bezeichnet worden, in welchem die Pflanze den Sauerſtoff an die Luft wieder abgiebt, den ſie im lebenden Zuſtande von derſelben nahm. In der Entwickelung begriffen, hat ſie Kohlenſtoff in der Form von Kohlenſäure und Waſſerſtoff aufgenommen, unter Abſcheidung des Sauerſtoffs des Waſſers und einem Theil oder allem Sauerſtoff der Kohlenſäure. In dem Verweſungsproceß wird genau die dem Waſſerſtoff

entſprechende Menge von Waſſer durch Oxydation auf Koſten der Luft wieder gebildet; aller Sauerſtoff der organiſchen Materie kehrt in der Form der Kohlenſäure zur Atmoſphäre zurück. Nur in dem Verhältniß alſo, in welchem die verweſenden Materien Sauerſtoff enthalten, können ſie in dem Act der Verweſung Kohlenſäure entwickeln, die Säuren mehr als die neutralen Verbindungen; die fetten Säuren, Harz und Wachs, verweſen nicht mehr, ſie erhalten ſich in dem Boden ohne bemerkbare Veränderung.

Der Urſprung und die Aſſimilation des Stickſtoffs *).

In dem humusreichſten Boden kann die Entwickelung der Vegetabilien nicht gedacht werden ohne das Hinzutreten von Stickſtoff, oder einer ſtickſtoffhaltigen Materie.

In welcher Form und wie liefert die Natur dem vegetabiliſchen Eiweiß, dem Kleber, den Früchten und Samen dieſen für ihre Exiſtenz durchaus unentbehrlichen Beſtandtheil?

---

*) Man iſt genöthigt (nach den darüber angeſtellten Verſuchen) anzunehmen, daß die Pflanzen ſich den Stickſtoff nicht anders als aus den vegetabiliſchen und animaliſchen Extracten und in den ammoniakaliſchen Dünſten aneignen, die ſie aus dem Boden oder der Atmoſphäre einſaugen. Man darf annehmen, daß wenn die Pflanze mit Hülfe einer kleinen Menge Waſſer in einer nicht erneuten Atmoſphäre vegetirt, die ſich entwickelnden Theile keinen Stickſtoff empfangen, als auf Unkoſten deſſen, was die anderen Theile ſchon enthalten (de Saussure S. 190.).

Auch dieſe Frage iſt einer einfachen Löſung fähig, wenn man ſich erinnert, daß Pflanzen zum Wachſen, zur Entwickelung gebracht werden können in Miſchungen von ausgeglühter Erde mit Kohlenpulver beim Begießen mit Regenwaſſer.

Das Regenwaſſer kann den Stickſtoff nur in der Form von aufgelöſ'ter atmoſphäriſcher Luft, oder in der Form von Ammoniak und Salpeterſäure enthalten.

Der Stickſtoff in der Luft kann durch die gewaltſamſten chemiſchen Proceſſe nicht befähigt werden, eine Verbindung mit irgend einem Elemente außer dem Sauerſtoff einzugehen; wir haben, wie man ſpäter ſehen wird, keine Beweiſe für die Meinung, daß der Stickſtoff der Atmoſphäre Antheil an dem Aſſimilationsproceß der Thiere oder Pflanzen nimmt, im Gegentheil wiſſen wir, daß viele Pflanzen Stickſtoff aushauchen, den die Wurzeln in der Form von Luft oder aufgelöſ't im Waſſer aufgenommen hatten.

Wir haben auf der andern Seite zahlloſe Erfahrungen, daß die Entwickelung von ſtickſtoffreichem Kleber in den Cerealien in einer gewiſſen Beziehung ſteht zu der Menge des aufgenommenen Stickſtoffs, der ihren Wurzeln in der Form von Ammoniak durch verweſende thieriſche Körper zugeführt wird.

Das Ammoniak ſteht in der Mannigfaltigkeit der Metamorphoſen, die es bei Berührung mit anderen Körpern einzugehen vermag, dem Waſſer, was ſie in einem ſo eminenten Grade darbietet, in keiner Beziehung nach. In reinem Zuſtande im Waſſer in hohem Grade löslich, fähig, mit allen Säuren lösliche Verbindungen zu bilden, fähig, in Berührung mit anderen Körpern, ſeine Natur als Alkali gänzlich aufzugeben, und die verſchiedenartigſten direct einander gegenüberſtehenden Formen anzunehmen: dieſe Eigenſchaf-

ten finden wir in keinem andern ſtickſtoffhaltigen Körper wieder.

Ameiſenſaures Ammoniak verwandelt ſich durch den Einfluß einer höhern Temperatur in Blauſäure und Waſſer, ohne Abſcheidung eines Elements; mit Cyanſäure bildet das Ammoniak Harnſtoff; mit ätheriſchem Senföl, Bittermandelöl, eine Reihe kryſtalliniſcher Körper; mit dem kryſtalliſirbaren bittern Beſtandtheil der Wurzelrinde des Apfelbaums, dem Phloridzin, mit dem ſüßen des Lichen dealbatus, dem Orcin, mit dem geſchmackloſen der Roccella tinctoria, dem Erythrin verwandelt es ſich bei Gegenwart von Waſſer und Luft in prachtvoll blaue oder rothe Farbeſtoffe; ſie ſind es, welche als Lackmus, Orſeille, künſtlich erzeugt werden. In allen dieſen Verbindungen hat das Ammoniak aufgehört, in der Form von Ammoniak zu exiſtiren, in der Form eines Alkali's. Die meiſten blauen Farbeſtoffe, welche durch Säuren roth, viele rothe, welche durch Alkalien blau werden, enthalten Stickſtoff, aber den Stickſtoff nicht in der Form einer Baſis.

Dieſes Verhalten reicht nicht allein hin, um die Meinung zu rechtfertigen, daß das Ammoniak es iſt, was allen Vegetabilien, ohne Ausnahme, den Stickſtoff in ihren ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheilen liefert.

Betrachtungen anderer Art geben nichtsdeſtoweniger dieſer Meinung einen Grad der Gewißheit, der jede andere Form der Aſſimilation des Stickſtoffs gänzlich ausſchließt.

Faſſen wir in der That den Zuſtand eines wohlbewirthſchafteten Gutes in's Auge von der Ausdehnung, daß es ſich ſelbſt zu erhalten vermag, ſo haben wir darauf eine gewiſſe Summe von Stickſtoff, was wir in der Form von Thieren, Menſchen, Getreide, Früchten, in der Form von

Thier- und Menſchenexcrementen in ein Inventarium gebracht uns vorſtellen wollen. Das Gut wird bewirthſchaftet ohne Zufuhr von Stickſtoff in irgend einer Form von außen.

Jedes Jahr nun werden die Producte dieſer Oekonomie ausgetauſcht gegen Geld und andere Bedürfniſſe des Lebens, gegen Materialien, die keinen Stickſtoff enthalten. Mit dem Getreide, mit dem Vieh führen wir aber ein beſtimmtes Quantum Stickſtoff aus, und dieſe Ausfuhr erneuert ſich jedes Jahr ohne den geringſten Erſatz; in einer gewiſſen Anzahl von Jahren nimmt das Inventarium an Stickſtoff noch überdies zu. Wo kommt, kann man fragen, der jährlich ausgeführte Stickſtoff her? (Bouſſingault.)

Der Stickſtoff in den Excrementen kann ſich nicht reproduciren, die Erde kann keinen Stickſtoff liefern, es kann nur die Atmoſphäre ſein, aus welcher die Pflanzen und in Folge davon die Thiere ihren Stickſtoff ſchöpfen. (Bouſſingault.)

Es wird in dem zweiten Theil entwickelt werden, daß die letzten Producte der Fäulniß und Verweſung ſtickſtoffhaltiger thieriſcher Körper in zwei Formen auftreten, in den gemäßigten und kalten Climaten in der Form der Waſſerſtoffverbindung des Stickſtoffs, als Ammoniak, unter den Tropen in der Form ſeiner Sauerſtoffverbindung, der Salpeterſäure, daß aber der Bildung der letztern ſtets die Erzeugung der erſtern vorangeht. Ammoniak iſt das letzte Product der Fäulniß animaliſcher Körper, Salpeterſäure iſt das Product der Verweſung des Ammoniaks. Eine Generation von einer Milliarde Menſchen erneuert ſich alle dreißig Jahre; Milliarden von Thieren gehen unter und reproduciren ſich in noch kürzeren Perioden. Wo iſt der Stickſtoff hingekommen, den ſie im lebenden Zuſtande enthielten?

Keine Frage läßt ſich mit größerer Sicherheit und Ge-

wißheit beantworten. Die Leiber aller Thiere und Menſchen geben nach dem Tode durch ihre Fäulniß allen Stickſtoff, den ſie enthalten, in der Form von Ammoniak an die Atmoſphäre zurück. Selbſt in den Leichen auf dem Kirchhofe des Innocens in Paris, 60 Fuß unter der Oberfläche der Erde, war aller Stickſtoff, den ſie in dem Adipocire zurückbehielten, in der Form von Ammoniak enthalten; es iſt die einfachſte, die letzte unter allen Stickſtoffverbindungen, und es iſt der Waſſerſtoff, zu dem der Stickſtoff die entſchiedenſte, die überwiegendſte Verwandtſchaft zeigt.

Der Stickſtoff der Thiere und Menſchen iſt in der Atmoſphäre als Ammoniak enthalten, in der Form eines Gaſes, was ſich mit Kohlenſäure zu einem flüchtigen Salze verbindet, ein Gas, was ſich im Waſſer mit außerordentlicher Leichtigkeit löſ't, deſſen flüchtige Verbindungen ohne Ausnahmen die nämliche Löslichkeit beſitzen.

Als Ammoniak kann ſich der Stickſtoff in der Atmoſphäre nicht behaupten, denn mit jeder Condenſation des Waſſerdampfes zu tropfbarem Waſſer muß ſich alles Ammoniak verdichten, jeder Regenguß muß die Atmoſphäre in gewiſſen Strecken von allem Ammoniak befreien. Das Regenwaſſer muß zu allen Zeiten Ammoniak enthalten; im Sommer, wo die Regentage weiter von einander entfernt ſtehen, mehr, als im Winter oder Frühling; der Regen des erſten Regentages muß davon mehr enthalten, als der des zweiten; nach anhaltender Trockenheit müſſen Gewitterregen die größte Quantität Ammoniak der Erde wieder zuführen. Die Analyſen der Luft haben aber bis jetzt dieſen, in derſelben nie fehlenden Ammoniakgehalt nicht angezeigt; iſt es denkbar, daß er unſeren feinſten und genaueſten Inſtrumenten entgehen konnte? Gewiß iſt dieſe Quan-

tität für einen Cubicfuß Luft verſchwindend, deſſenungeachtet iſt ſie, die Summe des Stickſtoffgehaltes von Tauſenden von Milliarden Thieren und Menſchen, mehr als hinreichend, um die einzelnen Milliarden der lebenden Geſchöpfe mit Stickſtoff zu verſehen.

Aus der Tenſion des Waſſerdampfes bei 15° R. (6,98 Par. Linien) und aus dem bekannten ſpecifiſchen Gewichte deſſelben bei 0° ergiebt ſich, daß ſich bei 15° und 28″ Barometerſtand 1 Cubicmeter = 64 Cubicfuß (heſſ.) Waſſerdampf von 15° enthalten ſind in 48,1 Cubicmeter = 3081,6 Cubicfuß Luft. Dieſe 64 Cubicfuß Waſſerdampf wiegen 767 Grammen oder 1 Pfd. 16,8 Loth.

Wenn wir nun annehmen, daß die bei 15° völlig mit Feuchtigkeit geſättigte Luft alles Waſſer, was ſie in Gasgeſtalt enthält, tropfbarflüſſig in der Form von Regen fallen läßt, ſo bekommen wir 1 Pfd. Regenwaſſer aus 2020,3 Cubicfuß Luft.

Mit dieſem einen Pfunde Regenwaſſer muß die ganze Quantität des in der Form von Gas, in 2020 Cubicfuß Luft enthaltenen Ammoniaks der Erde wieder zugeführt werden. Nehmen wir nun an, daß dieſe 2020 Cubicfuß Luft nur einen einzigen Gran Ammoniak enthalten, ſo enthalten 10 Cubiczoll Luft, die wir der Analyſe unterwerfen, 0,0000048 Gran Ammoniak; dieſe außerordentlich geringe Quantität iſt abſolut unbeſtimmbar in der Luft durch die feinſten und beſten Eudiometer; ihre Beſtimmung fiele in die Beobachtungsfehler ſelbſt dann noch, wenn ſie zehntauſendmal mehr betrüge.

Aber in dem Pfunde Regenwaſſer, was den ganzen Ammoniakgehalt von 2020,3 Cubicfuß Luft enthält, muß ſie beſtimmbar ſein; es iſt klar, daß, wenn dieſes eine Pfund nur

¼ Gran Ammoniak enthält, daß jährlich in den 2,500,000 Pfd. Regenwaſſer, die durchſchnittlich auf 2500 □ Meter Land fallen, nahe an 80 Pfd. Ammoniak und damit 65 Pfd. reiner Stickſtoff zugeführt werden. Dies würde bei weitem mehr ſein als 2650 Pfd. Holz oder 2800 Pfd. Heu oder 200 Ctr. Runkelrüben, die Erträge von 1 Morgen Wald, Wieſe und cultivirtem Land, in der Form von vegetabiliſchem Eiweiß oder Kleber enthalten.

Die genaueſten und mit aller Sorgfalt in dem hieſigen Laboratorium angeſtellten Verſuche haben den Ammoniakgehalt des Regenwaſſers außer allen Zweifel geſtellt; er iſt bis jetzt nur deshalb aller Beachtung entgangen, weil Niemand daran gedacht hat, in Beziehung auf ſeine conſtante Gegenwart eine Frage zu ſtellen.

Alles Regenwaſſer, was zu dieſen Verſuchen genommen wurde, war etwa 600 Schritte ſüdweſtlich von der Stadt Gießen in einer Lage aufgefangen, wo die Richtung des Regenwindes nach der Stadt zugekehrt war.

Als man mehrere hundert Pfunde Regenwaſſer in einer reinen kupfernen Blaſe der Deſtillation unterwarf und die zuerſt übergehenden Pfunde mit Zuſatz von Salzſäure verdampfen ließ, ſo bekam man nach gehöriger Concentration beim Erkalten eine netzförmige ſehr erkennbare Kryſtalliſation von Salmiak; ſtets waren die Kryſtalle braun oder gelb gefärbt.

Das Ammoniak fehlt eben ſo wenig im Schneewaſſer. Der Schnee enthält beim Beginn des Schneefalles ein Maximum von Ammoniak, und ſelbſt in dem, welcher 9 Stunden nach dem Anfang des Schneiens gefallen war, ließ ſich das Ammoniak auf's deutlichſte nachweiſen.

Bemerkenswerth iſt, daß das im Schnee und Regenwaſ-

ſer vorhandene Ammoniak, wenn es durch Kalk entwickelt wird, von einem auffallenden Geruch nach Schweiß und fauligen Stoffen begleitet iſt, was über ſeinen Urſprung keinen Zweifel läßt.

Hünefeld hat dargethan, daß alle Brunnen in Greifswalde, Wiek, Eldena, Koſtenhagen kohlenſaures und ſalpeterſaures Ammoniak enthalten; man hat Ammoniakſalze in vielen Mineralquellen z. B. in Kiſſingen und anderswo entdeckt; der Gehalt der letzteren kann allein nur aus der Atmoſphäre kommen *).

Jedermann kann ſich auf die einfachſte Weiſe von ſeinem Vorhandenſein im Regenwaſſer überzeugen, wenn man friſch aufgefangenes Regenwaſſer in reinen Porzellanſchalen, mit Zuſatz von etwas Schwefelſäure oder Salzſäure, bis nahe zur Trockniß verdampfen läßt. Dieſe Säuren nehmen dem Ammoniak, indem ſie ſich damit verbinden, ſeine Flüchtigkeit; der Rückſtand enthält Salmiak oder ſchwefelſaures Ammoniak, welches man mit Platinchlorid und noch viel leichter an dem durchdringend urinöſen Geruch erkennt, welcher ſich beim Zuſatz von pulverigem Kalkhydrat entwickelt.

Von dieſem Ammoniakgehalt rührt die von dem reinen deſtillirten Waſſer ſo verſchiedene Beſchaffenheit in der Benetzung der Haut, ſogenannte Weichheit des Regenwaſſers, her; es iſt darin enthalten als kohlenſaures Ammoniak.

*) Der oft bedeutende Gehalt des Brunnenwaſſers an Ammoniak iſt wohl Niemand bekannter als den Pharmazeuten, welche bei Deſtillation von Waſſer oft den vierten Theil des zuerſt übergehenden wegzuſchütten haben, ehe ſie mit Queckſilberſublimat eine klarbleibende Auflöſung erhalten. Setzt man dem Brunnenwaſſer vor der Deſtillation Phosphorſäure oder Alaun zu, ſo erhält man ein Deſtillat, was weder auf Sublimat noch auf Bleizucker verändernd wirkt. (Wiegmann u. Polſtorf, gekrönte Preisſchrift: Ueber die anorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen. Braunſchweig, Vieweg 1842. S. 54.)

Das Vorhandenſein des Ammoniaks in der Atmoſphäre *), als unbeſtreitbare Thatſache feſtgeſtellt, wiſſen wir, daß ſich ſeine Gegenwart in jedem Zeitmomente durch die ununterbrochen fortſchreitende Fäulniß und Verweſung thieriſcher und vegetabiliſcher Stoffe in der Luft wieder erneuert; ein Theil des mit dem Regenwaſſer niedergefallenen Ammoniaks verdampft wieder mit dem Waſſer; ein anderer Theil wird, wir wollen es annehmen, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, und indem es neue Verbindungen eingeht, entſtehen daraus, je nach den verſchiedenen Organen der Aſſimilation, und der Mitwirkung gewiſſer anderer Bedingungen, Eiweißſtoff, Kleber und vegetabiliſches Caſein, oder Chinin, Morphium, Cyan und die große Zahl der anderen Stickſtoffverbindungen. Das bekannte chemiſche Verhalten des Ammoniaks entfernt jeden, auch den leiſeſten Zweifel in Beziehung auf ſeine Fähigkeit, Verbindungen dieſer Art einzugehen, ſich alſo zu den mannigfaltigſten Metamorphoſen zu eignen; die jetzt zu löſende Frage beſchränkt ſich lediglich darauf, ob das Ammoniak in der Form von Ammoniak von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, ob es von den Organen der Pflanzen zur Hervorbringung der darin enthaltenen ſtickſtoffhaltigen Stoffe verwendet wird. Dieſe Frage iſt leicht und mit den bekannteſten und entſcheidendſten Thatſachen zu löſen.

Im Jahr 1834 beſchäftigte ich mich gemeinſchaftlich mit Herrn Geh. Medicinalrath Wilbrand, Profeſſor der Botanik an der hieſigen Univerſität, mit der Beſtimmung des Zuckergehaltes verſchiedener Ahornarten, welche auf unge-

*) Man kann an dem Vorhandenſein ammoniakaliſcher Dünſte in der Atmoſphäre nicht zweifeln, wenn man ſieht, daß ſchwefelſaure Thonerde ſich an der Luft endlich in Ammoniak-Alaun verwandelt. (de Saussure, Réch. sur la végét. deutſche Ausgabe 190).

düngtem Boden standen. Wir bekamen aus allen, durch bloße Abdampfung ohne weitern Zusatz, krystallisirten Zucker und machten bei dieser Gelegenheit die unerwartete Beobachtung, daß dieser Saft bei Zusatz von Kalk, wie der Rohrzucker bei der Raffination behandelt, eine große Menge Ammoniak entwickelte. In der Voraussetzung, daß durch die Bosheit eines Menschen Urin in die an den Bäumen aufgestellten Gefäße zum Aufsammeln des Saftes gekommen wäre, wurden sie mit großer Aufmerksamkeit überwacht, allein auch in diesem Safte fand sich wieder eine reichliche Menge Ammoniak in der Form eines neutralen Salzes vor, denn der Saft war vollkommen farblos und besaß keine Wirkung auf Pflanzenfarben.

Dieselbe Beobachtung wurde am Birkensaft gemacht, welcher, zwei Stunden von jeder menschlichen Wohnung entfernt, von Bäumen aus dem Walde gewonnen war; der mit Kalk geklärte Saft abgedampft, entwickelte reichlich Ammoniak.

Das Thränenwasser der Weinrebe hinterläßt, mit einigen Tropfen Salzsäure abgedampft, eine farblose gummiähnliche zerfließliche Masse, welche durch Zusatz von Kalk reichlich Ammoniak entwickelt.

In den Rübenzuckerfabriken werden Tausende von Cubicfußen Saft täglich mit Kalk geklärt, von allem Kleber und vegetabilischem Eiweiß befreit, zur Krystallisation abgedampft. Jedermann, welcher in eine solche Fabrik eintritt, wird von der außerordentlich großen Menge Ammoniak überrascht, was sich mit den Wasserdämpfen verflüchtigt und in der Luft verbreitet. Auch dieses Ammoniak ist darin in der Form eines Ammoniaksalzes zugegen, denn der neutrale Saft verhält sich wie ihre Auflösungen im Wasser; er nimmt wie

dieſe beim Verdampfen eine ſaure Reaction an, indem ſich das neutrale Salz durch Ammoniakverluſt in ſaures verwandelt. Die freie Säure, die hierbei entſteht, iſt, wie man weiß, eine Quelle von Verluſt an Rohrzucker für die Rübenzuckerfabrikanten, da durch ſie ein Theil des Rohrzuckers in nicht kryſtalliſirbaren Traubenzucker und Syrup übergeht. Die in den Apotheken durch Deſtillation über Blüthen, Kräutern und Wurzeln enthaltenen Waſſer, alle Extracte von Pflanzen enthalten Ammoniak. Der unreife, einer durchſichtigen Gallerte ähnliche Kern der Mandeln und Pfirſiche entwickelt beim Zuſatz von Alkalien reichlich Ammoniak. (Robiquet.) Der Saft friſcher Tabaksblätter enthält Ammoniakſalze. Wurzeln (Runkelrüben), Stämme (Ahorn), alle Blüthen, die Früchte im unreifen Zuſtande, überall findet ſich Ammoniak.

In dem Ahornſafte, dem Birkenſafte, iſt neben Zucker der ſtickſtoffreichſte unter allen Körpern das Ammoniak, es ſind darin alle Bedingungen der Bildung der ſtickſtoffhaltigen und ſtickſtofffreien Beſtandtheile der Triebe, Sproſſen und Blätter enthalten. Mit ihrer Entwickelung vermindert ſich die Menge des Saftes, mit ihrer Ausbildung giebt der Baum keinen Saft mehr. Den entſcheidendſten Beweis, daß es das Ammoniak iſt, was den Vegetabilien den Stickſtoff liefert, giebt die animaliſche Düngung in der Cultur der Futtergewächſe und Cerealien.

Der Gehalt an Kleber iſt in dem Weizen, in dem Roggen, der Gerſte äußerſt verſchieden, ihre Körner, auch in dem ausgebildetſten Zuſtande, ſind ungleich reich an dieſem ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheil. In Frankreich fand Prouſt 12,5 p. c., in Baiern Vogel 24; nach Davy enthält der Winterweizen 19, der Sommerweizen 24 p. c., der Sici-

lianiſche 21, der aus der Berberei 19 p. c., das Mehl aus Elſaſſer Weizen enthält nach Bouſſingault 17,3, aus Weizen, der im Jardin des plantes gezogen ward, 26,7, der Winterweizen enthält 33,3 p. c. (Bouſſingault) Kleber. Dieſen ſo großen Abweichungen muß eine Urſache unterliegen, und wir finden dieſe Urſache in der Cultur. Eine Vermehrung des animaliſchen Düngers hat nicht allein eine Vermehrung der Anzahl der Samen zur Folge, ſie übt auch einen nicht minder bemerkenswerthen Einfluß auf die Vergrößerung des Glutengehaltes.

Die Wirkung des animaliſchen Düngers iſt, wie ſpäter gezeigt werden ſoll, ſehr zuſammengeſetzt, in Beziehung auf ſeinen Stickſtoffgehalt wirkt er aber nur durch Ammoniakbildung; während 100 Weizen, mit dem am Ammoniak ärmſten Kuhmiſt gedüngt, nur 11,95 p. c. Kleber und 62,34 Amylon enthielten, gab der mit Menſchenharn gedüngte Boden das Maximum an Kleber, nämlich 35,1 p. c. in 100 Th. Weizen, alſo nahe die dreifache Menge (Hermbſtädt). In gefaultem Menſchenharn iſt aber der Stickſtoff als kohlenſaures, phosphorſaures, ſalzſaures Ammoniak, und in keiner andern Form, als in der Form eines Ammoniakſalzes enthalten.

»In Flandern wird der gefaulte Urin mit dem größten Erfolge als Dünger verwendet. In der Fäulniß des Urins erzeugen ſich im Ueberfluß, man kann ſagen, ausſchließlich nur Ammoniakſalze, denn unter dem Einfluß der Wärme und Feuchtigkeit verwandelt ſich der Harnſtoff, welcher in dem Urin vorwaltet, in kohlenſaures Ammoniak. An der Peruaniſchen Küſte wird der Boden, der an und für ſich im höchſten Grade unfruchtbar iſt, vermittelſt eines Düngers,

des Guano*), fruchtbar gemacht, den man auf mehreren Inſelchen des Südmeeres ſammelt. In einem Boden, der einzig und allein nur aus Sand und Thon beſteht, genügt es, dem Boden nur eine kleine Quantität Guano beizumiſchen, um darauf die reichſten Ernten von Mais zu erhalten. Der Boden enthält außer Guano nicht das geringſte einer andern organiſchen Materie, und dieſer Dünger enthält weiter nichts, als harnſaures, phosphorſaures, oxalſaures, kohlenſaures Ammoniak und einige Erdſalze. (Boussingault, Ann. de chim. et de phys. LXV. p. 319.)

Das Ammoniak in ſeinen Salzen hat alſo dieſen Pflanzen den Stickſtoff geliefert. Was man in dem Getreide aber Kleber nennt, heißt in dem Traubenſafte, in den Pflanzenſäften vegetabiliſches Eiweiß, in den Samenlappen der Leguminoſen vegetabiliſches Caſein; obwohl dem Namen und dem Verhalten nach verſchieden, ſind doch dieſe Körper in ihrer Zuſammenſetzung identiſch.

Das Ammoniak iſt es, was dem Hauptbeſtandtheil der Pflanzen, dem vegetabiliſchen Eiweiß, den Stickſtoff liefert. In keiner andern Form als in der Form von Ammoniak bietet ſich den wildwachſenden Pflanzen aſſimilirbarer Stickſtoff dar, es iſt das Ammoniak, was ſich im Tabak, der Sonnenblume, dem Chenopodium, dem Borago officinalis in Salpeterſäure verwandelt, wenn ſie auf völlig ſalpeterloſem Boden wachſen; ſalpeterſaure Salze ſind in ihnen Bedingungen ihrer Exiſtenz; ſie entwickeln nur dann die üppigſte Vegetation, wenn ihnen Sonnenlicht und Ammoniak im Ueberfluß dar-

*) Der Guano ſtammt auf dieſen Inſeln von zahlloſen Waſſervögeln, welche ſie zur Zeit der Brut bewohnen; es ſind die verfaulten Excremente derſelben, welche den Boden mit einer mehrere Fuß hohen Schicht bedecken.

geboten wird; Sonnenlicht, was in ihren Blättern und Stengeln die Ausſcheidung von freiem Sauerſtoff bewirkt, Ammoniak, durch deſſen Verbindung mit dem Sauerſtoff unter allen Umſtänden Salpeterſäure gebildet wird.

Der Urin des Menſchen und der fleiſchfreſſenden Thiere enthält die größte Menge Stickſtoff; theils in der Form von phosphorſauren Salzen, theils in der Form von Harnſtoff; der letztere verwandelt ſich durch Fäulniß in doppelt kohlenſaures Ammoniak, d. h. er nimmt die Form des Salzes an, was wir im Regenwaſſer finden.

Der Urin des Menſchen iſt das kräftigſte Düngmittel für alle an Stickſtoff reichen Vegetabilien; der Urin des Hornviehs, der Schafe, der Pferde iſt minder reich an Stickſtoff, aber immer noch unendlich reicher als die Excremente dieſer Thiere.

Der Urin der grasfreſſenden Thiere enthält neben Harnſtoff Hippurſäure, die ſich durch die Fäulniß in Ammoniak und Benzoeſäure zerſetzt; wir finden das Ammoniak derſelben als Kleber, und die Benzoeſäure in dem Anthoxanthum odoratum als Benzoeſäure wieder.

Vergleichen wir den Stickſtoffgehalt der Excremente von Thieren und Menſchen mit einander, ſo verſchwindet der Stickſtoffgehalt der feſten, wenn wir ihn mit dem Gehalt an Stickſtoff in den flüſſigen vergleichen; dies kann der Natur der Sache nach nicht anders ſein.

Die Nahrungsmittel, welche Thiere und Menſchen zu ſich nehmen, unterhalten nur inſofern das Leben, die Aſſimilation, als ſie dem Organismus die Elemente darbieten, die er zu ſeiner eigenen Reproduction bedarf; das Getreide, die friſchen und trocknen Gräſer und Pflanzen enthalten ohne Ausnahme ſtickſtoffreiche Beſtandtheile.

Das Gewicht des Futters und der Speiſe, welche das Thier zu ſeiner Ernährung zu ſich nimmt, vermindert ſich in dem nämlichen Verhältniß, als dieſes Futter, die Speiſe, reich, ſie nimmt in demſelben Verhältniß zu, als das Futter arm iſt an dieſen ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheilen. Man kann durch Fütterung mit Kartoffeln allein ein Pferd am Leben erhalten, aber dieſes Leben iſt ein langſames Verhungern, es wächſt ihm weder Maſſe noch Kraft zu, es unterliegt einer jeden Anſtrengung. Die Quantitäten von Reis, welche der Indier bei ſeiner Mahlzeit zu ſich nimmt, ſetzen den Europäer in Erſtaunen, aber der Reis iſt die an Stickſtoff ärmſte unter allen Getreidearten.

Es iſt klar, daß der Stickſtoff der Pflanzen und Samen, welche Thieren zur Nahrung dienen, zur Aſſimilation verwendet wird; die feſten Excremente dieſer Thiere müſſen, wenn ſie verdaut ſind, nach ihrem Durchgang durch die Eingeweide ihres Stickſtoffs beraubt ſein, ſie können nur inſofern Stickſtoff noch enthalten, als ihnen Secretionen der Galle und Eingeweide beigemiſcht ſind. Sie müſſen unter allen Umſtänden weniger Stickſtoff enthalten, als die Speiſen, als das Futter.

Man kann es demnach als gewiß betrachten, daß, wenn die feſten Excremente eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation ausüben, ſie nicht abhängig ſein kann von ihrem Stickſtoffgehalt.

Unendlich wichtiger als Quellen des Stickſtoffs für die Pflanzen erſcheinen in dieſer Beziehung die flüſſigen Excremente der Thiere, denn ſie enthalten in den meiſten Fällen eine dem Stickſtoffgehalt der Nahrung gleiche, oder nahe gleiche Menge Stickſtoff.

Um die Wichtigkeit der flüſſigen Excremente einzuſehen, iſt es nöthig, auf ihren Urſprung zurückzugehen.

Die gewöhnlichſten Beobachtungen zeigen, daß das Gewicht eines geſunden erwachſenen Menſchen oder Thieres von einem Tage zum andern nicht bemerklich zu- oder abnimmt. Nur in der Jugend und im Mäſtungsproceß findet eine Zunahme Statt, die aber im Alter durch eine allmälige Abnahme ſich ausgleicht.

Der Stickſtoffgehalt des Körpers iſt alſo in 24 Stunden ſo wenig, wie der Gehalt an anderen Materien, vergrößert worden, obwohl dieſer Menſch oder das Thier in ſeiner Nahrung eine ſehr beträchtliche Menge Stickſtoff in ſich aufgenommen hat. Es iſt demnach gewiß, daß im erwachſenen Thiere, in freiem ungehinderten Zuſtande der Bewegung und Arbeit, eine der in der Nahrung enthaltenen gleiche Menge Stickſtoff wieder ausgetreten iſt, denn wie bemerkt, ſein Stickſtoffgehalt nimmt durch die Nahrung kaum merklich oder in einem viel kleinern Verhältniſſe zu.

Es iſt ebenſo bekannt, daß bei Enthaltung aller Speiſe das Gewicht des Körpers abnimmt, daß bei Perſonen, welche den Hungertod ſterben, ſich die Gewichtsabnahme auf alle Beſtandtheile des Körpers bis auf Haut und Knochen erſtreckt. Wo iſt nun, kann man fragen, der Stickſtoff der Organe, der verſchwundenen Muskeln hingekommen?

Man bemerkt leicht, denn die Abmagerung beweiſ't es, daß im geſunden Zuſtande in jedem Lebensmomente eines Thieres ein Theil der lebendigen Körperſubſtanz ſeinen Zuſtand des Lebens verliert, daß ſie die Form von lebloſen Verbindungen annimmt, welche mehr oder weniger verändert durch die Secretionsorgane, dieſe ſind die Haut, Lunge und Harnblaſe, abgeſchieden werden.

Die tägliche Abnahme wird ausgeglichen durch die Speiſe. Die ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile der Nahrung verwandeln ſich in Blut. Das Blut dient zur Ernährung, zur Wiederherſtellung des urſprünglichen Zuſtandes. Das Gleichbleiben des Gewichts ſetzt voraus, daß eine dem Stickſtoffgehalte der Speiſe gleiche Menge Stickſtoff in einer andern Form ausgetreten iſt. Durch die Haut und Lunge treten Kohlen- und Waſſerſtoffverbindungen, durch die Harnblaſe tritt der Stickſtoff der umgeſetzten Organe aus.

Nimmt der Körper am Gewichte zu, ſo tritt im Harn ein kleineres Verhältniß; bei Abnahme an Gewicht, ein größeres Verhältniß an Stickſtoffverbindungen aus.

Man kann alſo annehmen, daß wir im Urin der Menſchen und Thiere bei weitem den größten Theil des Stickſtoffs wieder gewinnen können, den die Pflanzen, welche zu ihrer Nahrung dienten, aus der Atmoſphäre empfingen.

Es iſt klar, daß wir bei Vermeidung alles Verluſtes in dem Dünger, welcher aus einem Gemenge von feſten und flüſſigen Excrementen beſteht, eine dem Stickſtoffgehalt der auf dem Acker gewachſenen Pflanzen nahe gleiche Menge Stickſtoff zurückbringen können; in allen Fällen fügen wir dem Ammoniak, was die Atmoſphäre liefert, durch den Dünger eine gewiſſe Quantität mehr hinzu, und die eigentlich wiſſenſchaftliche Aufgabe für den Oekonomen beſchränkt ſich mithin darauf, das ſtickſtoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanzen, welches die Excremente der Menſchen und Thiere durch ihre Fäulniß erzeugen, für ſeine Pflanzen zu verwenden. Wenn er es nicht in der geeigneten Form auf ſeine Aecker bringen würde, ſo iſt ſein Stickſtoffgehalt für ihn zum großen Theil verloren. Ein unbenutzter Hau-

ſen Dünger würde ihm durch ſeinen Ammoniakgehalt nicht mehr als ſeinen Nachbarn zu Gute kommen; nach einigen Jahren würde er an ſeinem Platze die kohlenhaltigen Ueberreſte der verweſenden Pflanzentheile, aber in ihnen keinen Stickſtoff mehr wiederfinden. Aller Stickſtoff würde daraus in Form von kohlenſaurem Ammoniak entwichen ſein. Die Oberfläche von Germanien beſchreibt Tacitus als von einem undurchdringlichen Walde bedeckt; von allen Beſtandtheilen dieſes Waldes iſt keine Spur mehr vorhanden, der Kohlenſtoff und Stickſtoff, die ſich als Humus, als Ammoniak im Boden befanden, ſie ſind in Luftform in die Atmoſphäre zurückgekehrt.

Jeder faulende thieriſche Körper iſt eine Quelle von Ammoniak und Kohlenſäure, welche ſo lange dauert, als noch Stickſtoff darin vorhanden iſt; in jedem Stadium ſeiner Verweſung oder Fäulniß entwickeln die faulenden Thierſtoffe, mit Kalilauge befeuchtet, Ammoniak, was an dem Geruche und durch die dicken weißen Dämpfe bemerkbar wird, wenn man einen mit Säure benetzten feſten Gegenſtand in ihre Nähe bringt; dieſes Ammoniak wird von dem Boden theils in Waſſer gelöſ't, theils in Form von Gas aufgenommen und eingeſaugt, und mit ihm findet die Pflanze eine größere Menge des ihr unentbehrlichen Stickſtoffs vor, als die Atmoſphäre ihr liefert*).

*) Im October 1808 füllte ich (H. Davy) eine weite Retorte mit heiß gährendem Miſte an, der zum großen Theil aus Streu und Excrementen von Hornvieh beſtand; ich verband ſie mit einer Vorlage, welche mit einem Apparate in Verbindung ſtand, der die Auffammlung der ſich entwickelnden Gaſe geſtattete.

Die Vorlage wurde inwendig ſehr bald mit Waſſertropfen beſchlagen und in drei Tagen wurden 21 Cubiczoll Kohlenſäure erhalten. Die Flüſſigkeit in der Vorlage wog ½ Unze; ſie enthielt eſſigſaures und kohlenſaures Ammoniak.

Ich leitete nun die Mündung einer zweiten Retorte, die mit ähn-

Aber es iſt weit weniger die Menge von Ammoniak, was thieriſche Excremente den Pflanzen zuführen, als die Form, in welcher es geſchieht, welche ihren ſo auffallenden Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens bedingt.

Die wildwachſenden Pflanzen erhalten durch die Atmoſphäre in den meiſten Fällen mehr Stickſtoff in der Form von Ammoniak, als ſie zu ihrer Entwickelung bedürfen, denn das Waſſer, was durch die Blüthen und Blätter verdunſtet, geht in ſtinkende Fäulniß über, eine Eigenſchaft, welche nur ſtickſtoffhaltigen Materien zukommt.

Die Culturpflanzen empfangen von der Atmoſphäre die nämliche Quantität Stickſtoff, wie die wildwachſenden, wie die Bäume und Sträucher; er iſt vollkommen ausreichend für alle Zwecke der Feldwirthſchaft; ſie unterſcheidet ſich dadurch weſentlich von der Forſtwirthſchaft, daß ihre Hauptaufgabe, ihr wichtigſter Zweck in der Production von Blutbeſtandtheilen beſteht zu deren Erzeugung, außer dem Ammoniak, noch gewiſſe andere Bedingungen gehören, während der Zweck der Forſtwiſſenſchaft ſich hauptſächlich nur auf die Production von Kohlenſtoff beſchränkt.

Dieſen beiden Zwecken ſind alle Mittel der Cultur untergeordnet. Von dem kohlenſauren Ammoniak, was das Regenwaſſer dem Boden zuführt, geht nur ein Theil in die Pflanze über, denn mit dem verdampfenden Waſſer verflüchtigt ſich, jeder Zeit, eine gewiſſe Menge davon. Nur was der Boden in größerer Tiefe empfängt, was mit dem

---

lichem ſehr warmen Dünger gefüllt, unter die Wurzeln von Graspflanzen unter den Raſen am Rande des Gartens, und in weniger als einer Woche war eine ſehr deutliche Wirkung bemerkbar. An dem Platze, der dem Einfluſſe des gährenden Düngers ausgeſetzt war, wuchs das Gras mit weit größerer Ueppigkeit, als in irgend einem andern Theile des Gartens. (Agric. Chimistry.)

Thau unmittelbar den Blättern zugeführt wird, was ſie aus der Luft mit der Kohlenſäure einſaugen, nur dies Ammoniak wird für die Aſſimilation gewonnen werden können.

Die flüſſigen thieriſchen Excremente, der Urin der Menſchen und Thiere, mit welchem die erſten durchdrungen ſind, enthalten nur einen kleinen Theil des Ammoniaks in der Form von Salzen, in einer Form, wo es ſeine Fähigkeit, ſich zu verflüchtigen gänzlich verloren hat. Die größte Menge iſt darin in der Form von ſehr flüchtigem kohlenſauren Ammoniak enthalten.

In der Form eines nicht flüchtigen Salzes, den Pflanzen dargeboten, geht auch nicht die kleinſte Menge davon den Pflanzen verloren, es wird im Waſſer gelöſ't von den Wurzelfaſern eingeſaugt.

Die ſo in die Augen fallende Wirkung des Gypſes auf die Entwickelung vieler Pflanzengattungen, die geſteigerte Fruchtbarkeit und Ueppigkeit eines Feldes, das mit Gyps beſtreut iſt, ſie beruht, zum Theil, auf der Fixirung des Ammoniaks der Atmoſphäre, auf der Gewinnung von derjenigen Quantität, die auf nicht gegypſ'tem Boden mit dem Waſſer wieder verdunſtet wäre*).

*) Ein kleines Gartenbeet düngte ich mit friſchem Pferdemiſt, der gehörig damit vermiſcht wurde, ſäte in dieſes Land Erbſen und Bohnen, und beſtreute darauf die Oberfläche mit einer Lage ungebranntem Gyps von der Dicke einer Linie. Das Beet wurde vor dem Regen durch eine Bedachung geſchützt und in trockner Witterung begoſſen. Die Erbſen und Bohnen gingen alle auf und wuchſen außerordentlich ſchnell und üppig.

Bevor dieſer Verſuch angeſtellt wurde, unterſuchte ich die dazu beſtimmte Erde und den Gyps, beide zeigten nicht die geringſte Spur eines kohlenſauren Salzes in ihrer Miſchung.

Als ich aber nach drei Wochen den Gyps von der Oberfläche hinwegnahm und unterſuchte, ſo fand ich, daß der größte Theil deſſelben in kohlenſauren Kalk umgewandelt war. Die ganze Erde einen halben Fuß tief brauſ'te mit Säuren.

Das in dem Regenwaſſer gelöſ'te kohlenſaure Ammoniak zerlegt ſich mit dem Gyps auf die nämliche Weiſe wie in den Salmiakfabriken, es entſteht lösliches, nicht flüchtiges ſchwefelſaures Ammoniak und kohlenſaurer Kalk. Nach und nach verſchwindet aller Gyps, aber ſeine Wirkung hält an, ſo lange noch eine Spur vorhanden iſt.

Man hat die Wirkung des Gypſes und vieler Salze mit der von Gewürzen verglichen, welche die Thätigkeit des Magens, der Eingeweide ſteigern und den Organismus befähigen, mehr und kräftiger zu verdauen.

Eine Pflanze enthält keine Nerven, es iſt keine Subſtanz denkbar, durch die ſie in Rauſch, in Schlaf, in Wahnſinn verſetzt werden kann; es kann keine Stoffe geben, durch welche ein Blatt gereizt wird, eine größere Menge Kohlenſtoff aus der Luft ſich anzueignen, wenn die anderen Beſtandtheile fehlen, welche die Pflanzen, der Samen, die Wurzel, das Blatt neben dem Kohlenſtoff zu ihrer Entwickelung bedürfen*).

Die günſtigen Wirkungen von kleinen Quantitäten den Speiſen der Menſchen beigemiſchter Gewürze ſind unleugbar, aber man giebt ja den Pflanzen das Gewürz allein, ohne die Speiſe hinzuzufügen, die ſie verdauen ſollen, und dennoch gedeihen ſie mit weit größerer Ueppigkeit.

Man ſieht leicht, daß die gewöhnliche Anſicht über den

Ich laugte die Erde mit kaltem Waſſer aus, filtrirte die Flüſſigkeit; ſie gab nach dem Abdampfen eine nicht unanſehnliche Menge ſchwefelſaures Ammoniak. (Joh. Spatzier in Erdmann's Journal für techniſche und ökonomiſche Chemie, Jahrgang 1831, 2ter Band. S. 89.)

*) Selbſt der weiße Arſenik in geringer Menge angewandt, beſitzt eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation, wie dies ſchon lange Lampadius durch Düngung ganzer Felder bewieſen hat. (Schübler.)

Einfluß gewiſſer Salze auf die Entwickelung der Pflanzen weiter nichts bethätigt, als daß man die Urſache nicht kannte.

Die Wirkung der Kalkſalze iſt eine Fixirung des Stickſtoffs, ein Feſthalten von Ammoniak in dem Boden, was die Pflanzen nicht entbehren können.

Um ſich eine beſtimmte Vorſtellung von der Wirkſamkeit des Gypſes in dieſer beſonderen Beziehung zu machen, wird die Bemerkung genügen, daß 100 Pf. gebrannter Gyps ſo viel Ammoniak in dem Boden fixiren, als 6250 Pfd. reiner Pferdeharn*) demſelben in der Vorausſetzung zuführen können, daß der Stickſtoff der Hippurſäure und der des Harnſtoffs in der Form von kohlenſaurem Ammoniak ohne den geringſten Verluſt von der Pflanze aufgenommen würden.

Wenn wir uns denken, daß von 40 Pfd. auf der Oberfläche eines Ackers ausgeſtreuten Gypſes der zehnte Theil in der Form von ſchwefelſaurem Ammoniak von den Pflanzen aufgenommen werde, ſo haben wir damit dieſen Pflanzen den Stickſtoff von 100 Pfd. Heu, oder 50 Pfd. Weizen, oder 60 Pfd. Klee hinzugeführt.

Zur Aſſimilation des gebildeten ſchwefelſauren Ammoniaks und zur Zerſetzung des Gypſes iſt, ſeiner Schwerlöslichkeit (1 Theil bedarf 400 Theile Waſſer) wegen, Waſſer die unentbehrlichſte Bedingung; auf trocknen Feldern und Wieſen iſt deshalb ſein Einfluß nicht bemerkbar, während auf dieſen thieriſcher Dünger, durch die Aſſimilation des

*) Der Pferdeharn enthält nach Fourcroy und Vauquelin in 1000 Theilen:

Harnſtoff	7 Theile,
hippurſaures Natron . . .	24 »
Salze und Waſſer	979 »
	1000 Theile.

gasförmigen kohlenſauren Ammoniaks, was ſich daraus in Folge ſeiner Verweſung entwickelt, ſeine Wirkung nicht verſagt.

Die Zerſetzung des Gypſes durch das kohlenſaure Ammoniak geht nicht auf einmal, ſondern ſehr allmälig vor ſich, woraus ſich erklärt, warum ſeine Wirkung mehrere Jahre anhält.

Nicht minder einfach erklärt ſich jetzt die Düngung der Felder mit gebranntem Thon, die Fruchtbarkeit der eiſenoxydreichen Bodenarten; man hat angenommen, daß ihre bis dahin ſo unbegreifliche Wirkung auf einer Anziehung von Waſſer beruhe, aber die gewöhnliche trockne Ackererde beſitzt dieſe Eigenſchaft in nicht geringerm Grade, und welchen Einfluß kann man zuletzt einigen hundert Pfunden Waſſer zuſchreiben, welche in einem Zuſtande auf einem Acker vertheilt ſind, wo weder die Wurzel, noch die Blätter Nutzen davon ziehen können.

Eiſenoxyd und Thonerde zeichnen ſich vor allen anderen Metalloxyden durch die Fähigkeit aus, ſich mit Ammoniak zu feſten Verbindungen vereinigen zu können. Die Niederſchläge, die wir durch Ammoniak in Thonerde- und Eiſenoxydſalzen hervorbringen, ſind wahre Salze, worin das Ammoniak die Rolle einer Baſe ſpielt.

Dieſe ausgezeichnete Verwandtſchaft zeigt ſich noch in der merkwürdigen Fähigkeit, welche alle eiſenoxyd- oder thonerdereichen Mineralien beſitzen, Ammoniak aus der Luft anzuziehen und zurückzuhalten.

Ein Criminalfall gab bekanntlich Vauquelin die Veranlaſſung zur Entdeckung, daß alles Eiſenoxyd eine gewiſſe Quantität Ammoniak enthält; ſpäter fand Chevalier, daß das Ammoniak einen Beſtandtheil aller eiſenhaltigen

Mineralien ausmacht, daß ſogar der nicht poröſe Blutſtein nahe ein p. c. Ammoniak enthält, und Bouis entdeckte, daß der Geruch, den man beim Befeuchten aller thonreichen Mineralien bemerkt, zum Theil von ausgehauchtem Ammoniak herrührt; eine Menge Gyps- und Thonarten, die Pfeifenerde und andere entwickelten ſelbſt noch nach zwei Tagen, wenn ſie mit kauſtiſchem Kali befeuchtet wurden, ſo viel Ammoniak, daß darüber gehaltenes und geröthetes Lackmuspapier davon blau wurde.

Eiſenoxydhaltiger Boden und gebrannter Thon, deſſen poröſer Zuſtand das Einſaugen von Gas noch mehr begünſtigt, ſind alſo wahre Ammoniakſauger, welche es durch ihre chemiſche Anziehung vor der Verflüchtigung ſchützen; ſie verhalten ſich gerade ſo, wie wenn eine Säure auf der Oberfläche des Bodens ausgebreitet wäre. Mit jedem Regenguß tritt das eingeſaugte Ammoniak an das Waſſer und wird in Auflöſung dem Boden zugeführt.

Eine nicht minder energiſche Wirkung zeigt in dieſer Beziehung das Kohlenpulver; es übertrifft ſogar im friſch geglühten Zuſtande alle bekannten Körper in der Fähigkeit, Ammoniakgas in ſeinen Poren zu verdichten, da 1 Volumen davon 90 Volumina Ammoniakgas in ſeine Poren aufnimmt, was ſich durch bloßes Befeuchten daraus wieder entwickelt (Sauſſure).

In dieſer Fähigkeit kommt der Kohle das verweſende (Eichenholz) Holz ſehr nahe, da es, unter der Luftpumpe von allem Waſſer befreit, 72mal ſein eigenes Volumen davon verſchluckt.

Wie leicht und befriedigend erklären ſich nach dieſen Thatſachen die Eigenſchaften des Humus (der verweſenden Holzfaſer). Er iſt nicht allein die lange andauernde Quelle

von Kohlenſäure, ſondern er verſieht auch die Pflanzen mit dem zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen Stickſtoff*). Wir finden Stickſtoff in allen Flechten, welche auf Baſalten, auf Felſen wachſen; wir finden, daß unſere Felder mehr Stickſtoff produciren, als wir ihnen als Nahrung zuführen; wir finden Stickſtoff in allen Bodenarten, in Mineralien, die ſich nie in Berührung mit organiſchen Subſtanzen befanden. Es kann nur die Atmoſphäre ſein, aus welcher ſie dieſen Stickſtoff ſchöpfen.

Wir finden in der Atmoſphäre, in dem Regenwaſſer, im Quellwaſſer, in allen Bodenarten dieſen Stickſtoff in der Form von Ammoniak, als Product der Verweſung und Fäulniß der ganzen, der gegenwärtigen Generation vorangegangenen Thier- und Pflanzenwelt; wir finden, daß die Production der ſtickſtoffreichen Beſtandtheile der Pflanzen mit der Quantität Ammoniak zunimmt, die wir in dem thieriſchen Dünger zuführen; und kein Schluß kann wohl beſſer begründet ſein als der, daß das Ammoniak der Atmoſphäre es iſt, welches den Pflanzen ihren Stickſtoff liefert**).

Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer enthalten in ihren Elementen, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Bedingungen zur Erzeugung aller Thier- und Pflanzenſtoffe während ihres Lebens. Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer

*) Dampft man Humusextract mit Zuſatz von etwas Salzſäure im Waſſerbade ab, ſo erhält man einen Rückſtand, der mit Kali Ammoniak entwickelt. Unterwirft man den Humusauszug einer Deſtillation mit Waſſer, fängt das Deſtillat in verdünnter Salzſäure auf, ſo erhält man beim Verdampfen deſſelben Salmiak. Der Humus enthält mithin kohlenſaures Ammoniak. (Wiegmann und Polſtorf, Preisſchrift, S. 53.)

**) Ueber den Antheil, den die Salpeterſäure an der Vegetation nimmt, ſo wie über den Urſprung des Ammoniaks ſiehe Anhang.

ſind die letzten Producte des chemiſchen Proceſſes ihrer Fäulniß und Verweſung. Alle die zahlloſen, in ihren Eigenſchaften ſo unendlich verſchiedenen Producte der Lebenskraft nehmen nach dem Tode die urſprünglichen Formen wieder an, aus denen ſie gebildet worden ſind. Der Tod, die völlige Auflöſung einer untergegangenen Generation, iſt die Quelle des Lebens für eine neue.

Sind die genannten Verbindungen, kann man nun fragen, die einzigen Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien? Dieſe Frage muß entſchieden verneint werden.

Der Urſprung des Schwefels.

Alle Beſtandtheile des Thierkörpers, die Muskelfaſer, das Zellgewebe, die organiſche Subſtanz der Knochen, Haut und Haare u. ſ. w. bilden ſich, wie die Phyſiologie lehrt, aus der in allen Theilen des Organismus circulirenden Flüſſigkeit, die man Blut nennt.

Aus den Beſtandtheilen des Blutes entſpringen die Beſtandtheile aller thieriſchen Gebilde, ſie werden den Thieren von den Pflanzen geliefert. Das fleiſchfreſſende Thier lebt und ernährt ſich von dem Blute und dem Fleiſche der pflanzenfreſſenden Thiere; es verzehrt in dieſen die Beſtandtheile der Pflanzen, von denen die letzteren ſich ernährt haben.

Genaue chemiſche Unterſuchungen haben dargethan, daß die Hauptbeſtandtheile des Blutes zwei ſchwefelhaltige

Verbindungen ſind, von denen die eine mit Albumin, die andere mit Fibrin bezeichnet werden.

Beim Schlagen von friſch gelaſſenem Blute mit einer Ruthe oder einem Stabe ſcheidet ſich das Fibrin aus dem Blute in der Form von weißen ſehr elaſtiſchen Faden ab, beim ruhigen Stehen des Blutes tritt ebenfalls eine Scheidung ein; es gerinnt zu einer Gallerte, die ſich nach und nach zuſammenzieht, und trennt ſich in eine Flüſſigkeit von ſchwach gelblicher Farbe, in Blutſerum, Blutwaſſer, und in ein Netzwerk von unendlich feinen Fibrinfaden, welche wie ein Schwamm den Farbeſtoff des Blutes, die ſogenannten Blutkörperchen, in ſich einſchließen.

Das Albumin iſt vorzüglich in dem Serum enthalten, es ertheilt dieſer Flüſſigkeit das Vermögen, in der Hitze zu einer weißen, feſten, elaſtiſchen Maſſe zu gerinnen, eine Eigenſchaft, die von dem Eiweiß, was ebenfalls hauptſächlich aus Albumin beſteht, allgemein bekannt iſt.

Aus der Circulation genommen, ſtellt ſich das Fibrin als eine in kaltem Waſſer völlig unlösliche Verbindung dar.

Das Albumin im Serum und im Eiweiß iſt im natürlichen Zuſtande im Waſſer löslich und damit in allen Verhältniſſen miſchbar.

Als ein von dem Organismus des lebendigen Thieres erzeugter und zur Blutbildung dienender Stoff muß hier noch der Hauptbeſtandtheil der Milch, das Caſein, aufgeführt werden, die einzige ſtickſtoffhaltige Nahrung, welche das junge Thier von ſeiner Mutter empfängt.

Albumin, Fibrin und Caſein zeichnen ſich vor allen anderen Thierbeſtandtheilen durch einen conſtanten Gehalt an Schwefel aus, der darin nicht in der Form eines Oxydes, von Schwefelſäure oder einem ſchwefelſauren Salze

enthalten iſt. Von dem Albumin der Vogeleier iſt es bekannt, daß es beim Faulen Schwefelwaſſerſtoffgas entwickelt, wodurch Silber, überhaupt Metalle, die man damit in Berührung bringt, geſchwärzt, d. h. an ihrer Oberfläche in Schwefelmetalle verwandelt werden. Fibrin und Caſein entwickeln ebenfalls in dem Proceß der Fäulniß Schwefelwaſſerſtoffgas; es läßt ſich bei dieſen drei Körpern durch viele andere Mittel der Schwefelgehalt darthun.

Wo kommen nun, kann man fragen, dieſe drei Grundſtoffe des Thierkörpers her? daß ſie von der Nahrung, daß ſie von den Pflanzen ſtammen, iſt unzweifelhaft, aber in welcher Form, in welchem Zuſtande ſind ſie in den Pflanzen enthalten?

Auch über dieſe Fragen haben in der neueſten Zeit die Unterſuchungen der Chemiker ein klares unzweideutiges Licht verbreitet.

Die Pflanzen enthalten nämlich in den Samen oder Wurzeln abgelagert oder im Safte gelöſ't, in ſehr verſchiedenen und wechſelnden Mengen gewiſſe Schwefelverbindungen, in denen der Stickſtoff als Beſtandtheil niemals fehlt.

Wir haben zwei dieſer Schwefelverbindungen in den Samen der Getreidearten, den Samenlappen der Leguminoſen, der Erbſen, Linſen und Bohnen, nie fehlt in dem Safte der Pflanzen eine dritte, welche vorzüglich und in reichlichſter Menge in den Gemüſepflanzen enthalten iſt.

Die genaue Erforſchung der Eigenſchaften, ſo wie ihrer Zuſammenſetzung hat nun das merkwürdige Reſultat ergeben, daß der in dem Safte der Pflanzen gelöſ'te ſchwefelhaltige Beſtandtheil der Pflanzen identiſch iſt mit dem Albumin im Blutſerum und Eiweiß, daß der ſchwefelhaltige Beſtandtheil der Cerealien die nämlichen Eigenſchaften und die nämliche

Zuſammenſetzung beſitzt, wie das Fibrin des Blutes, daß zuletzt der in den Erbſen, Bohnen und Linſen enthaltene Hauptnahrungsſtoff ein gleiches Verhalten und eine gleiche Zuſammenſetzung mit dem Caſein der Milch zeigt.

Dieſe ſchwefelhaltigen Blutbeſtandtheile werden alſo nicht von dem Thiere, ſondern von den Pflanzen erzeugt; wenn ſie in der Nahrung des Thieres fehlen, ſo kann kein Blut gebildet werden; je mehr davon in einem Pflanzenſtoffe vorhanden ſind, deſto nahrhafter, deſto geeigneter iſt er für die Unterhaltung des animaliſchen Lebensproceſſes. Wir haben ferner in gewiſſen Pflanzenfamilien, in den Cruciferen, neben den genannten noch beſondere ſchwefelhaltige Verbindungen, welche weit reicher ſind an Schwefel, als die in den Pflanzen enthaltenen Blutbeſtandtheile.

Beſonders ausgezeichnet in dieſer Hinſicht iſt der ſchwarze Senfſamen, der Meerrettig, der Lauch, die Zwiebeln, das Löffelkraut. Aus allen dieſen Pflanzen erhält man durch Deſtillation mit Waſſer flüchtige Oele, die ſich durch ihren ſtechenden und durchdringenden Geruch von allen nicht ſchwefelhaltigen organiſchen Verbindungen unterſcheiden.

Da nun ſchwefelhaltige Verbindungen in keiner Pflanze, in keinem Samen fehlen, und die Culturpflanzen, welche zur Nahrung der Menſchen und Thiere dienen, ganz beſonders reich an dieſen Beſtandtheilen ſind, ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß zur Entwickelung einer Pflanze, eine Schwefelverbindung unentbehrlich iſt, welche dieſen Verbindungen den Schwefel liefert.

Es iſt klar, daß wenn es der Pflanze, alle anderen Bedingungen des Wachsthums als gegeben vorausgeſetzt, an der geeigneten Schwefelverbindung gänzlich fehlt, daß ſich dieſe ſchwefelhaltigen Beſtandtheile nun nicht, oder nur eine

der dargebotenen Schwefelverbindung entſprechende Menge derſelben, werden erzeugen können. Außer kleinen kaum nachweisbaren Spuren von Schwefelwaſſerſtoff kann die Luft keine Schwefelverbindung enthalten; es kann demnach nur der Boden ſein, welcher den zum Gedeihen der Pflanze nothwendigen Schwefel liefert; außer durch die Wurzeln kennen wir keine andere Form, durch welche die Aufnahme des Schwefels vermittelt wird.

In Beziehung auf die Form, in welcher Schwefelverbindungen im Boden vorkommen, geben uns die Analyſen von zahlloſen Mineralquellen einen ſehr befriedigenden Aufſchluß. Alle dieſe Waſſer ſtammen von der Erdoberfläche, es iſt Regenwaſſer, was in Gebirgen fallend durch die Erde ſickert und ſich aller löslichen Materien, denen es auf ſeinem Wege begegnet, bemächtigt, ſie löſen ſich darin auf und ertheilen ihm Eigenſchaften, welche das reine Waſſer nicht beſitzt.

Unter den in dem Quell- und Brunnenwaſſer gelöſ'ten Materien finden ſich als ſehr ſelten fehlende Beſtandtheile ſchwefelſaure Salze; die durch Auslaugen von fruchtbarer Garten- und Ackererde erhaltene Flüſſigkeit enthält ſtets beſtimmt nachweisbare Mengen von dieſen Salzen.

Wir können demnach über den Urſprung des Schwefels in den Pflanzen kaum zweifelhaft ſein; ſo weit unſere Kenntniß reicht, ſtammt der Schwefel von ſchwefelſauren Salzen, welche, im Waſſer gelöſ't, durch die Wurzeln von der Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden.

Von einem andern, man kann ſagen, nie fehlenden Beſtandtheil der Quellwaſſer, vom ſauren kohlenſauren Kalk rührt es her, daß wir ſo ſelten Ammoniakſalze, namentlich ſchwefelſaures Ammoniak, in den Mineralquellen finden, weil bei den Proceſſen der Analyſe, beim Verdampfen des Waſſers,

das vorhandene Ammoniakſalz durch den kohlenſauren Kalk eine Zerlegung erfährt, in deſſen Folge das Ammoniak verflüchtigt wird.

Die nach unſerer Vorſtellung für die Aſſimilation geeignetſte Schwefelverbindung iſt unſtreitig das ſchwefelſaure Ammoniak. Dieſes Salz enthält zwei Elemente, welche für das Leben der Pflanze gleich nothwendig ſind, nämlich Schwefel und Stickſtoff; beide ſind Beſtandtheile des Pflanzen-Albumins, -Fibrins und -Caſeins, und was noch bemerkenswerther iſt, das ſchwefelſaure Ammoniak kann den Elementen nach als eine Verbindung von Waſſer mit gleichen Aequivalenten Schwefel und Stickſtoff angeſehen werden, in der Art alſo, daß durch eine bloße Trennung oder Ausſcheidung der Elemente von Waſſer, Schwefel und Stickſtoff in einen Beſtandtheil der lebendigen Pflanze überzugehen vermögen.

Auf ein Aequivalent Schwefel enthalten die ſchwefelhaltigen Beſtandtheile der Pflanzen nahe an 25 Aequivalente Stickſtoff; es iſt klar, daß den Organen der Pflanze weit mehr Ammoniak, als in dem ſchwefelſauren Ammoniak vorhanden iſt, dargeboten werden muß, wenn aller Schwefel des Ammoniakſalzes übergehen ſoll in einen Beſtandtheil der organiſchen Schwefelverbindung.

Es findet hierbei ein ganz ähnliches Verhältniß Statt, wie in der Aſſimilation des Kohlenſtoffs und Stickſtoffs, der den Pflanzen als kohlenſaures Ammoniak zugeführt wurde, zu dem letztern (angenommen, es enthielte zwei Aequivalente Kohlenſtoff auf 1 Aeq. Stickſtoff), muß nothwendig der Kohlenſtoff von 6 Aequivalenten Kohlenſäure gleichzeitig hinzugezogen werden und in Verbindung mit dem einen Aequivalent Stickſtoff treten, wenn einer der ſtickſtoffhaltigen Hauptbeſtand-

theile der Pflanzen gebildet werden ſoll, denn dieſe enthalten auf 1 Aeq. Stickſtoff 8 Aeq. Kohlenſtoff.

Der Uebergang des Schwefels eines ſchwefelſauren Salzes zu einem Beſtandtheil eines Pflanzenſtoffs ſetzt nothwendig voraus, daß die Schwefelſäure durch die nämlichen Urſachen, welche die Zerſetzung der Kohlenſäure in der Pflanze bewirken, zerlegt wird in Sauerſtoff, der ſich abſcheidet und in Schwefel, der in Verbindung tritt. Denken wir uns die Schwefelſäure zugeführt in der Form von ſchwefelſaurem Kali oder Natron, ſo werden dieſe Baſen nach der Zerlegung der Schwefelſäure in Freiheit geſetzt werden.

Wir finden nun, daß dieſe Baſen Beſtandtheile aller Cultur- und der meiſten wildwachſenden Pflanzen ausmachen, wir finden ſie darin entweder mit organiſchen Säuren oder was noch bemerkenswerther iſt, mit den ſchwefelhaltigen Beſtandtheilen der Pflanzen ſelbſt verbunden.

Das vegetabiliſche Caſein in den Samenlappen der Leguminoſen iſt für ſich nicht im Waſſer löslich, in dem Zuſtande aber, in welchem es in den Pflanzen enthalten iſt, löſ't es ſich leicht im Waſſer. Dieſe Löslichkeit verdankt es einem Gehalte von Kali und Natron.

So findet ſich denn das Albumin in den Pflanzenſäften ſtets mit Natron oder Kali vereinigt, und wir müſſen uns denken, daß der im Waſſer nicht lösliche Beſtandtheil der Cerealien, das Pflanzenfibrin urſprünglich ebenfalls löslich war und durch Vermittelung eines Alkali's in die Samen gelangte.

Das Natron und Kali der ſchwefelſauren Alkalien, welche den ſchwefelhaltigen Beſtandtheilen der Pflanzen den Schwefel lieferten, bleiben alſo entweder in Verbindung mit dieſen

Stoffen, oder ſie gehen eine neue Verbindung ein, oder ſie kehren in den Boden zurück.

Das am meiſten verbreitete ſchwefelſaure Salz iſt aber Gyps (ſchwefelſaurer Kalk), er kann ſeiner Löslichkeit wegen entweder direct in die Pflanze übergehen oder durch das kohlenſaure Ammoniak des Regenwaſſers zerſetzt, in der Form von ſchwefelſaurem Ammoniak.

Eine Auflöſung von Gyps, welche Kochſalz oder Chlorkalium enthält, ſo wie das Seewaſſer und die meiſten Quellwaſſer, kann angeſehen werden als eine Miſchung eines ſchwefelſauren Alkali's mit Chlorcalcium.

Es iſt klar, daß wenn wir einer Pflanze Gyps und Kochſalz gleichzeitig zuführen, ſo wird ſie ſich gegen dieſe Auflöſung genau ſo verhalten, wie wenn wir ihr ſchwefelſaures Natron und Chlorcalcium zugeführt hätten. Für die Bildung ihrer ſchwefelhaltigen Beſtandtheile wird der Schwefel und das Alkali des ſchwefelſauren Salzes in ihrem Organismus zurückbleiben; Chlor und Calcium werden durch die Wurzeln wieder austreten.

In den Seepflanzen geht, wie wir mit Beſtimmtheit wiſſen, dieſe Zerſetzungsweiſe vor ſich; das Natron oder Kali ſtammt vom Kochſalz oder Chlorkalium her, welches in Gegenwart des ſchwefelſauren Kalks oder der Bittererde eine Zerlegung erfährt. Daſſelbe muß für die Getreidearten und alle Pflanzen, welche keinen Kalk enthalten, angenommen werden, denen der Schwefel in der Form von Gyps zugeführt worden iſt und der Nutzen des Kochſalzes für manche Pflanzengattungen findet hierin ſeine Erklärung.

Die anorganiſchen Beſtandtheile der Vegetabilien*).

Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer können von keiner Pflanze entbehrt werden, eben weil ſie die Elemente enthalten, woraus ihre Organe beſtehen; aber zur Ausbildung gewiſſer Organe zu beſonderen Verrichtungen, eigenthümlich für jede Pflanzenfamilie, gehören noch andere Materien, welche der Pflanze durch die anorganiſche Natur dargeboten werden.

Wir finden dieſe Materien, wiewohl in verändertem Zuſtand, in der Aſche der Pflanzen wieder.

Von dieſen anorganiſchen Beſtandtheilen ſind viele veränderlich, je nach dem Boden, auf dem die Pflanzen wachſen; allein eine gewiſſe Anzahl davon iſt für ihre Entwickelung unentbehrlich.

*) Verſchiedene Schriftſteller haben angenommen, daß die mineraliſchen Subſtanzen, welche man in den Vegetabilien findet, darin nur zufällig und durchaus nicht zu ihrer Exiſtenz nothwendig ſeien, weil ſie ſelbige nur in äußerſt geringer Menge enthielten. Dieſe Meinung, vielleicht wahr in Hinſicht auf die Stoffe, welche nicht immer in der nämlichen Pflanze gefunden werden, iſt indeß nicht für die bewieſen, welche conſtant darin vorkommen; ihre geringe Menge iſt kein Zeichen ihrer Unnützlichkeit. Die in einem Thiere enthaltene Menge phosphorſaurer Kalkerde macht noch nicht den fünften Theil ſeines Gewichtes aus, Niemand zweifelt indeſſen, daß dieſes Salz für den Bau ſeiner Knochen nicht weſentlich ſei. Ich habe dieſes Salz in den Aſchen aller Pflanzen, die ich unterſuchte, gefunden, und wir haben keinen Grund zu behaupten, daß ſie ohne daſſelbe exiſtiren können (De Saussure, p. 241).

Die Wurzel einer Pflanze in der Erde verhält sich zu allen gelöst'ten Stoffen wie ein Schwamm, der das Flüssige und Alles, was darin ist, ohne Auswahl einsaugt. Die der Pflanze in dieser Weise zugeführten Stoffe werden in größerer oder geringerer Menge zurückbehalten oder wieder ausgeschieden, je nachdem sie zur Assimilation verwendet werden oder sich nicht dafür eignen.

In den Samen aller Grasarten, der Erbsen, Bohnen, Linsen fehlen aber z. B. niemals phosphorsaure Alkalien und Erden; aus dem Weizenmehl gehen sie in das Brot, die Salze der Gerste gehen in das Bier über. Die Kleie des Mehls enthält eine große Menge phosphorsaures Bittererde-Ammoniak, und es ist dieses Salz, aus dem im krystallisirten Zustande die oft mehrere Pfunde schweren Steine in dem Blinddarm der Müllerpferde gebildet werden, welches sich aus dem Bier in Gestalt eines weißen Niederschlags absetzt, wenn man es mit Ammoniak vermischt.

Die meisten, man kann sagen, alle Pflanzen enthalten organische Säuren von der mannigfaltigsten Zusammensetzung und Eigenschaften; alle diese Säuren sind an Basen gebunden, an Kali, Natron, Kalk oder Bittererde, nur wenige Pflanzen enthalten freie organische Säuren; diese Basen sind es offenbar, welche durch ihr Vorhandensein die Entstehung dieser Säuren vermitteln; mit dem Verschwinden der Säure bei dem Reifen der Früchte, der Weintrauben z. B., nimmt der Kaligehalt des Saftes ab.

In denjenigen Theilen der Pflanzen, in denen die Assimilation am stärksten ist, wie in dem Holzkörper, finden sich diese Bestandtheile in der geringsten Menge, ihr Gehalt ist am größten in den Organen, welche die Assimilation

vermitteln; in den Blättern findet ſich mehr Kali, mehr Aſche, als in den Zweigen, dieſe ſind reicher daran, als der Stamm (Sauſſure). Vor der Blüthe enthält das Kartoffelkraut mehr Kali, als nach derſelben (Mollerat).

In den verſchiedenen Pflanzenfamilien finden wir die verſchiedenſten Säuren; Niemand kann nur entfernt die Anſicht hegen, daß ihre Gegenwart, daß ihre Eigenthümlichkeit ein Spiel des Zufalls ſei. Die Fumarſäure, die Oxalſäure in den Flechten, die Chinaſäure in den Rubiaceen, die Roccellſäure in der Roccella tinctoria, die Weinſäure in den Weintrauben, und die zahlreichen anderen organiſchen Säuren, ſie müſſen in dem Leben der Pflanze zu gewiſſen Zwecken dienen. Das Beſtehen einer Pflanze kann ohne ihre Gegenwart nicht gedacht werden.

In dieſer Vorausſetzung aber, welche für unbeſtreitbar gehalten werden darf, iſt irgend eine alkaliſche Baſis ebenfalls eine Bedingung ihres Lebens, denn alle dieſe Säuren kommen in der Pflanze als neutrale oder ſaure Salze vor. Es giebt keine Pflanze, welche nicht nach dem Einäſchern eine kohlenſäurehaltige Aſche hinterläßt, keine alſo, in welcher pflanzenſaure Salze fehlen.

Von dieſem Geſichtspunkte aus betrachtet, gewinnen dieſe Baſen eine für die Phyſiologie und Agricultur hochwichtige Bedeutung, denn es iſt klar, daß die Quantitäten dieſer Baſen, wenn das Leben der Pflanzen in der That an ihre Gegenwart gebunden iſt, unter allen Umſtänden ebenſo unveränderlich ſein müſſen, als es, wie man weiß, die Sättigungscapacität der Säuren iſt.

Es iſt kein Grund vorhanden zu glauben, daß die Pflanze im Zuſtande der freien ungehinderten Entwickelung mehr von der ihr eigenthümlichen Säure producire, als ſie gerade zu

ihrem Beſtehen bedarf; in dieſem Falle aber wird eine Pflanze, auf welchem Boden ſie auch wachſen mag, ſtets eine nie wechſelnde Menge alkaliſcher Baſis enthalten. Nur die Cultur wird in dieſer Hinſicht eine Abweichung bewirken können.

Um dieſen Gegenſtand zum klaren Verſtändniß zu bringen, wird es kaum nöthig ſein, daran zu erinnern, daß ſich viele dieſer alkaliſchen Baſen in ihrer Wirkungsweiſe vertreten können, daß mithin der Schluß, zu dem wir nothwendig gelangen müſſen, in keiner Beziehung gefährdet wird, wenn eine dieſer Baſen in einer Pflanze vorkommt, während ſie in einer andern Pflanze derſelben Art fehlt.

Wenn der Schluß wahr iſt, ſo muß die fehlende Baſis erſetzt und vertreten ſein durch eine andere von gleichem Wirkungswerth, ſie muß erſetzt ſich vorfinden durch ein Aequivalent von einer der anderen Baſen. Die Anzahl der Aequivalente dieſer Baſen wären hiernach eine unveränderliche Größe, und hieraus würde von ſelbſt die Regel gefolgert werden müſſen, daß die Sauerſtoffmenge aller alkaliſchen Baſen zuſammengenommen unter allen Umſtänden unveränderlich iſt, — auf welchem Boden die Pflanze auch wachſen, welchen Boden ſie auch erhalten mag *).

---

*) Wenn wir Schwefelſäure mit Kali, Natron, Kalk, Bittererde in einem gewiſſen Verhältniß zuſammenbringen, ſo verſchwinden die Eigenſchaften der Säure und des Alkali's, und wir erhalten ein neutrales ſchwefelſaures Salz dieſer Baſen.

100 Theile Schwefelſäure bedürfen, um neutraliſirt zu werden, ſehr ungleiche Gewichtsmengen dieſer Baſen, wir haben dazu 118 Theile Kali, 78 Theile Natron, 71 Theile Kalk und 51,6 Bittererde nöthig.

Um mit 118 Kali (der Quantität, welche 100 Schwefelſäure ſättigt) ein neutrales ſalpeterſaures Salz hervorzubringen, muß man 135 Salpeterſäure haben.

Dieſer Schluß bezieht ſich, wie ſich von ſelbſt verſteht, nur auf diejenigen alkaliſchen Baſen, welche als pflanzenſaure Salze Beſtandtheile der Pflanzen ausmachen; wir finden nun gerade dieſe in der Aſche derſelben als kohlenſaure Salze wieder, deren Qualität leicht beſtimmbar iſt. Die in der Rinde enthaltenen Baſen gehören dem lebendigen Organismus nicht mehr an.

Es ſind von de Sauſſure und Berthier eine Reihe von Analyſen von Pflanzenaſchen angeſtellt worden, aus

---

Wenn man nun jetzt unterſucht, wie viel Natron, Kalk, Bittererde nöthig iſt, um dieſe 135 Salpeterſäure zu ſättigen, ſo ergiebt ſich, daß man dazu 78 Natron, 71,2 Kalk, 51,6 Bittererde bedarf, genau die nämlichen Mengen alſo, wie zu 100 Schwefelſäure.

Welche Säure man nun mit dieſen Baſen auch neutraliſiren mag, wie ſehr die Gewichtsmengen von obigen Zahlen auch abweichen mögen, ihr relatives Verhältniß iſt unveränderlich. Wenn man zur Sättigung 51,6 Bittererde verbraucht hat, ſo kann man mit abſoluter Beſtimmtheit darauf rechnen, daß man für die gleiche Quantität Säure, 78 Natron verbrauchen wird.

Worauf beruht, kann man fragen, die ungleiche Fähigkeit dieſer Metalloxyde, die Säure zu neutraliſiren? Was iſt der Grund, daß man, um denſelben Effect hervorzubringen, weit weniger Natron, daß man nur halb ſo viel Bittererde als Kali bedarf, daß das relative Verhältniß bei allen Säuren ein conſtantes iſt?

Dieſe Fragen haben ſich, ſeit die Zuſammenſetzung dieſer Baſen bekannt iſt, auf eine ſehr einfache Weiſe gelöſ't. Alle dieſe Baſen enthalten Sauerſtoff in Verbindung mit Metallen, und von der Menge des darin enthaltenen Sauerſtoffs hängt ihre Sättigungsfähigkeit ab. Die ſo ungleichen Mengen der oben genannten Baſen enthalten einerlei Mengen Sauerſtoff.

				Sauerſtoffgehalt der Baſe.
100	Schwefelſäure	neutraliſiren	118 Kali	20
100	»	»	78 Natron	20
100	»	»	71,2 Kalk	20
100	»	»	51,6 Bittererde	20

Wenn wir nun 100 Theile Schwefelſäure mit Kali und Natron, oder Kali, Natron, Kalk, oder mit Kali, Natron, Kalk und Bitter-

denen sich als unmittelbares Resultat ergab, daß der Boden einen entschiedenen Einfluß auf den Gehalt der Pflanzen an diesen Metalloxyden hat, daß Fichtenholzasche vom Mont Breven z. B. Bittererde enthielt, welche in der Asche desselben Baumes vom Gebirge La Salle fehlte, daß die Mengen des Kali's und Kalks in den Bäumen der beiden Standorte ebenfalls sehr verschieden waren.

Man hat, wie ich glaube, mit Unrecht hieraus geschlossen, daß die Gegenwart dieser Basen in den Pflanzen in keiner besondern Beziehung zu ihrer Entwickelung stehe, denn wenn dies wirklich wäre, so müßte man es für das sonderbarste Spiel des Zufalls halten, daß gerade durch diese Analysen der Beweis vom Gegentheil geführt werden kann.

Diese beiden Fichtenaschen von einer so ungleichen Zusammensetzung enthalten nämlich nach de Saussure's Analyse eine gleiche Anzahl von Aequivalenten von diesen Metalloxyden, oder, was das nämliche ist, der Sauerstoffgehalt von allen zusammengenommen ist in beiden gleich.

---

erde neutralisiren, so nimmt die Schwefelsäure von den zwei, oder drei, oder vier Basen die Quantitäten auf, welche durch ihren Sauerstoffgehalt genau begrenzt sind. Dies Verhältniß läßt sich durch folgendes Schema versinnlichen:

	wechselnde Mengen von:	welche enthalten:
100 Th. Schwefelsäure neutralisiren	Kalium oder Natrium	20 Th. Sauerstoff.
100 » » »	Kalium, Natrium, Calcium	20 » »
100 » » »	Kalium, Natrium, Kalk, Magnesium	20 » »

100 Theile Fichtenaſche vom Mont Breven enthalten *):

Kohlenſaures Kali . .	3,60	Sauerſtoffgehalt des Kali's	0,415
Kohlenſauren Kalk . .	46,34	» » des Kalks . .	7,327
Kohlenſaure Bittererde .	6,77	» » der Bittererde .	1,265
Summe der kohlenſauren Salze . . .	56,71	in Summe Sauerſtoff	9,007

100 Theile Fichtenaſche vom Mont La Salle enthalten **):

Kohlenſaures Kali	7,36	Sauerſtoffgehalt des Kali's	0,85
Kohlenſauren Kalk	51,19	» » des Kalks	8,10
Bittererde	00,00		
Summe der kohlenſauren Salze	56,71	in Summe Sauerſtoff	8,95

Die Zahlen 9,007 und 8,95, welche den Sauerſtoffgehalt aller Baſen in beiden Fichtenaſchen zuſammengenommen ausdrücken, ſind einander ſo nahe, wie nur in Analyſen erwartet werden kann, wo die Ausmittelung deſſelben die ganze Aufmerkſamkeit in Anſpruch nimmt.

Vergleicht man Berthier's Analyſen von zwei Tannenaſchen mit einander, von der die eine in Norwegen, die andere in Allevard (Dep. de l'Isère) vorkommt, ſo findet man in der einen 50 p. c., in der andern nur 25 p. c. lösliche Salze; es giebt kaum in zwei ganz verſchiedenen Pflanzengattungen eine größere Verſchiedenheit in dem Gewichtsverhältniß der darin vorkommenden alkaliſchen Baſen, und dennoch ſind die Sauerſtoffmengen der Baſen zuſammengenommen einander gleich.

100 Theile Tannenholzaſche von Allevard nach Berthier (Ann. de chim. et de phys. T. XXXII. p. 248):

*) 1000 Theile Fichtenholz von Mont Breven gaben 11,87 Aſche.
**) 1000 Theile Fichtenholz von Mont La Salle gaben 11,28 Aſche.

Kali und Natron	16,8	Sauerſtoffgehalt *)	3,57
Kalk	29,6	» »	8,36
Magneſia . . .	3,3	» »	1,26
	49,5		13,19

Das Kali und Natron iſt in dieſer Aſche nur zum Theil mit Pflanzenſäure verbunden, ein anderer Theil iſt als ſchwefelſaures und phosphorſaures Salz und Chlormetall zugegen, in 100 Theilen ſind davon 0,797 Schwefelſäure, 3,12 Phosphorſäure und 0,077 Chlorwaſſerſtoffſäure, welche zuſammen eine Quantität Baſis neutraliſiren, die 0,53 Sauerſtoff enthält. Dieſe Zahl muß von 13,19 abgezogen werden. Man hat demnach 12,66 für die Sauerſtoffmenge der an Pflanzenſäuren in dem Tannenholz von Allevard gebundenen alkaliſchen Baſen.

Das Tannenholz von Norwegen enthält in 100 Theilen:

Kali . .	14,1	Sauerſtoffgehalt	2,4
Natron .	20,7	» »	5,3
Kalk . .	13,6	» »	3,82
Magneſia .	4,35	» »	1,69
	52,75		13,21

Zieht man von 13,21 die Sauerſtoffmengen der Baſen ab, die in dieſer Aſche mit Schwefelſäure und Phosphorſäure vereinigt ſind, nämlich 0,79, ſo bleiben für Sauerſtoff in den Baſen der pflanzenſauren Salze 12,42.

Dieſe ſo merkwürdige Uebereinſtimmung kann nicht zufällig ſein, und wenn weitere Unterſuchungen ſie bei anderen Pflanzengattungen beſtätigen, ſo läßt ſich ihr keine andere Erklärung unterlegen. Wir wiſſen nicht, in welcher Form das Mangan- und Eiſenoxyd in der Pflanze

*) Für gleiche Atomgewichte angenommen.

enthalten iſt, nur darüber ſind wir gewiß, daß Kali, Natron und Bittererde durch bloßes Waſſer in der Form von pflanzenſauren Salzen aus allen Pflanzentheilen ausgezogen werden können; daſſelbe iſt der Fall mit dem Kalk, wenn er nicht als unlöslicher kleeſaurer Kalk zugegen iſt. Man muß ſich daran erinnern, daß in den Oxalisarten Kleeſäure und Kali vorkommt, und zwar nie als neutrales oder als vierfachſaures, ſondern ſtets als doppeltſaures Salz, auf welchem Boden die Pflanze auch wachſen mag; wir finden in den Weintrauben das Kali immer als Weinſtein, als ſaures Salz, nie in der Form von neutralem. Für die Entwickelung der Früchte und Samen, man kann ſagen, für eine Menge von Zwecken, über die wir nur Vermuthungen haben, muß die Gegenwart dieſer Säuren und Baſen eine gewiſſe Bedeutung haben, eben weil ſie niemals fehlen und weil die Form ihres Vorkommens keinem Wechſel unterliegt. Die Quantität der in einer Pflanze vorkommenden alkaliſchen Baſen hängt aber lediglich von dieſer Form ab, denn die Sättigungscapacität einer Säure iſt eine unveränderliche Größe.

Genaue und zuverläſſige Unterſuchungen der Aſche von Pflanzen derſelben Art, welche auf verſchiedenen Bodenarten gewachſen ſind, erſcheinen hiernach als eine für die Phyſiologie der Gewächſe höchſt folgenreiche Aufgabe; ſie werden entſcheiden, ob ſich dieſe merkwürdige Thatſache zu einem beſtimmten Geſetze für eine jede Pflanzenfamilie geſtaltet, ob alſo eine jede noch außerdem durch eine gewiſſe unveränderliche Zahl charakteriſirt werden kann, welche der Ausdruck des Sauerſtoffgehalts der Baſen iſt, die in der Form von pflanzenſauren Salzen ihrem Organismus angehören.

Man kann mit einiger Wahrſcheinlichkeit vorausſetzen, daß dieſe Forſchungen zu einem wichtigen Reſultate führen werden, denn es iſt klar, wenn die Erzeugung von beſtimmten unveränderlichen Mengen von pflanzenſauren Salzen durch die Eigenthümlichkeit ihrer Organe geboten, wenn ſie zu gewiſſen Zwecken für ihr Beſtehen unentbehrlich ſind, ſo wird die Pflanze Kali oder Kalk aufnehmen müſſen, und wenn ſie nicht ſo viel vorfindet, als ſie bedarf, ſo wird das Fehlende durch andere alkaliſche Baſen von gleichem Wirkungswerthe erſetzt werden; wenn ihr keine von allen ſich darbietet, ſo wird ſie nicht zur Entwickelung gelangen.

Der Samen von Salsola Kali giebt, in gewöhnliche Gartenerde geſäet, eine Pflanze, welche Kali und Natron enthält; der Samen der letztern liefert eine Pflanze, worin ſich bloß Kaliſalze mit Spuren von Kochſalz vorfinden (Cadet) *).

Das Vorkommen von organiſchen Baſen in der Form von pflanzenſauren Salzen giebt der Meinung, daß alkaliſche Baſen überhaupt zur Entwickelung der Pflanzen gehören, ein großes Gewicht.

---

*) Ich verſetzte einige dieſer niedlichen Pflänzchen in einen mit gewöhnlicher Gartenerde gefüllten Blumentopf, welche nur Spuren von Chlormetallen enthielt, und begoß dieſelben mit einer ſchwachen Auflöſung von Chlorkalium. Die Pflanzen wuchſen bei dieſer Behandlung äußerſt üppig, blühten reichlich und nahmen den Topf ſo ein, daß ſie ſich weit über den Rand deſſelben erſtreckten. Ich verſetzte die Pflanzen nun in's freie Land, ohne ſie weiter mit Chlorkalium zu verſehen, allein im folgenden Jahr kränkelten ſie und ſtarben um die Blüthezeit ab. Aus dieſen Verſuchen geht hervor, daß beide Pflanzenarten Chlormetalle zu ihrer Nahrung bedürfen, daß es aber gleichgültig iſt, ob das Chlor an Kalium oder Natrium gebunden iſt. (Dr. A. F. Wiegmann und Polſtorf, Preisſchrift über die anorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen. Braunſchweig, Vieweg 1842.)

Wir ſehen z. B., wenn wir Kartoffeln unter Umſtänden wachſen laſſen, wo ihnen die Erde, als das Magazin anorganiſcher Baſen fehlt, wenn ſie z. B. in unſeren Kellern wachſen, daß ſich in ihren Trieben, in ihren langen, dem Lichte ſich zuwendenden Keimen ein wahres Alkali von großer Giftigkeit, das Solanin erzeugt, von dem wir nur Spuren in den Wurzeln, dem Kraut, den Blüthen oder Früchten derjenigen Kartoffeln entdecken, die im Felde gewachſen ſind (Otto).

In allen Chinaſorten findet ſich Chinaſäure, aber die veränderlichſten Mengen von Chinin, Cinchonin und Kalk; man kann den Gehalt an den eigentlichen organiſchen Baſen ziemlich genau nach der Menge von fixen Baſen beurtheilen, die nach der Einäſcherung zurückbleiben.

Einem Maximum der erſteren entſpricht ein Minimum der anderen, gerade ſo wie es in der That ſtattfinden muß, wenn ſie ſich gegenſeitig nach ihren Aequivalenten vertreten.

Wir wiſſen, daß die meiſten Opiumſorten Meconſäure, gebunden an die veränderlichſten Mengen von Narcotin, Morphin, Codein ꝛc. enthalten, ſtets vermindert ſich die Quantität der einen mit dem Zunehmen der andern. Die kleinſte Menge Morphin finden wir ſtets begleitet von einem Maximum von Narcotin.

In manchen Opiumſorten läßt ſich keine Spur Meconſäure entdecken*), aber die Säure fehlt deshalb nicht, ſie iſt in dieſem Fall durch eine anorganiſche Säure, durch Schwefelſäure vertreten, und auch hier zeigt ſich in den Sorten,

*) Robiquet bekam in einer Behandlung von 300 Pfd. Opium keine Spur meconſauren Kalk, während andere Sorten ihm ſehr beträchtliche Quantitäten davon gaben. (Ann. de chim. LIII. p. 425.)

wo beide vorhanden ſind, daß ſie zu einander ſtets in einem gewiſſen Verhältniſſe ſtehen.

Wenn aber, wie in dem Safte des Mohns ſich herauszuſtellen ſcheint, eine organiſche Säure in einer Pflanze vertreten ſein kann durch eine anorganiſche, ohne daß die Entwickelung der Pflanze darunter leidet, ſo muß dies in um ſo höherem Grade bei den anorganiſchen Baſen ſtattfinden können.

Finden die Wurzeln der Pflanze die eine Baſe in hinreichender Menge vor, ſo wird ſie um ſo weniger von der andern nehmen.

Im Zuſtande der Cultur, wo von außen her auf die Hervorbringung und Erzeugung einzelner Beſtandtheile und beſonderer Organe eingewirkt wird, werden dieſe Verhältniſſe minder beſtändig ſich zeigen.

Wenn wir die Erde, in welcher eine weißblühende Hyacinthe ſteht, mit dem Safte von Phytolacca decandra begießen, ſo ſehen wir nach einer oder zwei Stunden die weißen Blüthen eine rothe Farbe annehmen; ſie färben ſich vor unſeren Augen, aber im Sonnenlichte verſchwindet in zwei bis drei Tagen die Farbe wieder, ſie werden weiß und farblos, wie ſie im Anfange waren*). Offenbar iſt hier der Saft ohne die geringſte Aenderung in ſeiner chemiſchen Beſchaffenheit in alle Theile der Pflanze übergegangen, ohne durch ſeine Gegenwart der Pflanze zu ſchaden, ohne daß man behaupten kann, er ſei für die Exiſtenz der Pflanze nothwendig geweſen. Aber dieſer Zuſtand war nicht dauernd, und wenn die Blüthe wieder farblos geworden iſt,

*) Siehe Biot in den Comptes rendus des Séances de l'académie des Sciences à Paris 1r Sémestre 1837. p. 12.

so wird keiner der Bestandtheile des rothen Farbestoffs mehr vorhanden sein; nur in dem Fall, daß einer davon den Zwecken ihres Lebens dienen könnte, wird sie diesen allein zurückbehalten, die übrigen werden durch die Wurzel in veränderter Form abgeschieden werden.

Ganz derselbe Fall muß eintreten, wenn wir eine Pflanze mit Auflösungen von Chlorkalium, Salpeter oder salpetersaurem Strontian begießen; sie werden wie der erwähnte Pflanzensaft in die Pflanze übergehen, und wenn wir sie zu dieser Zeit verbrennen, so werden wir die Basen in der Asche finden, ihre Gegenwart ist rein zufällig, es kann hieraus kein Schluß gegen die Nothwendigkeit des Vorhandenseins der anderen Basen gezogen werden. Wir wissen aus den schönen Versuchen von Macaire-Princep, daß Pflanzen, die man mit ihren Wurzeln in schwachen Auflösungen von essigsaurem Bleioxyd und sodann in Regenwasser vegetiren ließ, daß das letztere von derselben essigsaures Bleioxyd wieder empfing, daß sie also dasjenige wieder dem Boden zurückgeben, was zu ihrer Existenz nicht nothwendig ist.

Begießen wir eine Pflanze, die im Freien dem Sonnenlichte, dem Regen und der Atmosphäre ausgesetzt ist, mit einer Auflösung von salpetersaurem Strontian, so wird das anfangs aufgenommene, aber durch die Wurzeln wieder abgeführte Salz bei jeder Benetzung des Bodens durch den Regen von den Wurzeln weiter entfernt; nach einiger Zeit wird sie keine Spur mehr davon enthalten (Daubeny).

Fassen wir nun den Zustand der beiden Tannen in's Auge, deren Asche von einem der schärfsten und genauesten Analytiker untersucht worden ist. Die eine wächst in Norwegen auf einem Boden, dessen Bestandtheile sich nie ändern, dem aber durch Regenwasser lösliche Salze und dar-

unter Kochſalz in überwiegender Menge zugeführt werden; woher kommt es nun, kann man fragen, daß ſeine Aſche keine entdeckbare Spur Kochſalz enthält, während wir gewiß ſind, daß ſeine Wurzeln nach jedem Regen Kochſalz aufgenommen haben.

Wir erklären uns die Abweſenheit des Kochſalzes durch directe und poſitive Beobachtungen, die man an anderen Pflanzen gemacht hat, indem wir ſie der Fähigkeit ihres Organismus zuſchreiben, Alles dem Boden wieder zurückzugeben, was nicht zu ſeinem Beſtehen gehört.

Dieſe Thatſache ihrem wahren Werthe nach anerkannt, müſſen die alkaliſchen Baſen, die wir in den Aſchen finden, zum Beſtehen der Pflanze unentbehrlich ſein; denn wären ſie es nicht, ſo wären ſie nicht da.

Von dieſem Geſichtspunkte aufgefaßt, iſt die völlige Entwickelung einer Pflanze abhängig von der Gegenwart von Alkalien oder alkaliſchen Erden. Mit ihrer gänzlichen Abweſenheit muß ihrer Ausbildung eine beſtimmte Grenze geſetzt ſein; beim Mangel an dieſen Baſen wird ihre Ausbildung gehemmt ſein.

Vergleichen wir, um zu beſtimmten Anwendungen zu kommen, zwei Holzarten mit einander, welche ungleiche Mengen alkaliſcher Baſen enthalten, ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß die eine auf manchen Bodenarten kräftig ſich entwickeln kann, auf welchen die andere nur kümmerlich vegetirt. 10,000 Theile Eichenholz geben 250 Theile Aſche, 10,000 Theile Tannenholz nur 83, dieſelbe Quantität Lindenholz giebt 500, Weizenſtroh 440 und Kartoffelkraut 1500 Theile*).

*) Berthier in den Ann. de chimie et de physique T. XXXII. 248.

Auf Granit, auf kahlem Sandboden und Haiden wird die Tanne und Fichte noch hinreichende Mengen alkalischer Basen finden, auf welchen Eichen nicht fortkommen, und Weizen wird auf einem Boden, wo Linden gedeihen, diejenigen Basen in hinreichender Menge vorfinden, die er zu seiner völligen Entwickelung bedarf.

Diese für die Forst- und Feldwirthschaft im hohen Grade wichtigen Folgerungen lassen sich mit den evidentesten Thatsachen beweisen.

Alle Grasarten und Equisetaceen z. B., enthalten eine große Menge Kieselsäure und Kali, abgelagert in dem äußern Saum der Blätter und in dem Halm als saures kieselsaures Kali; auf einem Getreidefeld ändert sich der Gehalt an diesem Salze nicht merklich, wenn es ihm in der Form von Dünger, als verwes'tes Stroh, wieder zugeführt wird.

Ganz anders stellt sich dieses Verhältniß auf einer Wiese; nie findet sich auf einem kaliarmen Sand- oder reinen Kalkboden ein üppiger Graswuchs *); denn es fehlt ihm ein für die Pflanze durchaus unentbehrlicher Bestandtheil. Basalte, Grauwacke, Porphyr geben unter gleichem Verhältnisse den besten Boden zu Wiesen ab, eben weil sie reich an Alkalien sind. Das hinweggenommene Kali ersetzt sich wieder bei dem jährlichen Wässern; der Boden selbst, ist verhältnißmäßig für den Bedarf der Pflanze unerschöpflich an diesen Körpern.

In der Lüneburger Haide gewinnt man dem Boden von je dreißig zu dreißig oder vierzig Jahren eine Ernte

*) Es wäre von Wichtigkeit, die Asche von Strandgewächsen, welche in den muldenförmigen feuchten Vertiefungen der Dünen wachsen, namentlich die der Sandgräser, auf einen Alkaligehalt zu prüfen (Hartig). Wenn das Kali darin fehlt, so ist es sicher durch Natron wie bei den Salsolaarten, oder durch Kalk wie bei den Plumbagineen ersetzt.

an Getreide ab, indem man die darauf wachsenden Haiden (Erica vulgaris) verbrennt, und ihre Asche in dem Boden vertheilt. Die Pflanze sammelte das in dieser langen Zeit in dem Boden aufgeschlossene oder durch den Regen zugeführte Kali oder Natron; beide sind es, welche in der Asche dem Hafer, der Gerste oder dem Roggen, die sie nicht entbehren können, die Entwickelung gestatteten.

In der Nähe von Heidelberg haben die Holzschläger die Vergünstigung, nach dem Schlagen von Lohholz den Boden zu ihrem Nutzen bebauen zu dürfen. Dem Einsäen des Landes geht unter allen Umständen das Verbrennen der Zweige, Wurzeln und Blätter voran, deren Asche dem darauf gepflanzten Getreide zu Gute kommt. Der Boden selbst, auf welchem die Eichen wachsen, ist in dieser Gegend Sandstein, und wenn auch der Baum hinreichende Mengen von Alkalien und alkalischen Erden für sein eigenes Bestehen in dem Boden vorfindet, so ist er dennoch unfruchtbar für Getreide in seinem gewöhnlichen Zustande.

Man hat in Bingen den entschiedensten Erfolg in Beziehung auf Entwickelung und Fruchtbarkeit des Weinstocks bei Anwendung des an Stickstoff reichsten Düngers, von Hornspänen z. B., gesehen, aber der Ertrag, die Holz- und Blattbildung nahm nach einigen Jahren zum großen Nachtheil des Besitzers in einem so hohen Grade ab, daß er stets zu bereuen Ursache hatte, von der dort gebräuchlichen und als die beste anerkannte Düngungsmethode abgegangen zu sein. Der Weinstock wurde bei seiner Art zu düngen in seiner Entwickelung übertrieben, in zwei oder drei Jahren wurde alles Kali, was den künftigen Ertrag gesichert hatte, zur Bildung der Frucht, der Blätter, des Holzes verwendet, die ohne

Erſatz den Weinbergen genommen wurden, denn der gegebene Dünger enthielt kein Kali.

Man hat am Rhein Weinberge, deren Stöcke über ein Jahrhundert alt ſind, und dieſes Alter erreichen ſie nur bei Anwendung des ſtickſtoffärmſten, aber alkalireichſten Kuhdüngers. Alles Alkali, was die Nahrung der Kuh enthält, geht, wie man weiß, in die flüſſigen Excremente über.

Die Blätter und kleinen Zweige der Bäume enthalten die meiſte Aſche und das meiſte Alkali; was durch ſie bei dem Laub- und Streuſammeln den Wäldern genommen wird, iſt bei weitem mehr, als was das Holz enthält, welches jährlich geſchlagen wird. Die Eichenrinde, das Eichenlaub enthält z. B. 6 p. c. bis 9 p. c., die Tannen- und Fichtennadeln über 8 p. c.

Mit 2650 Pfd. Tannenholz, die wir einem Morgen Wald jährlich nehmen, wird im Ganzen dem Boden, bei 0,83 p. c. Aſche, nur 7 bis 8 Pfd. an Alkalien entzogen, aber die Blätter (Nadeln), welche den Boden bedecken, deren Aſche, verglichen mit dem Holze, reich an Alkali iſt, halten das Kali an der Oberfläche des ſo leicht von dem Waſſer durchdringbaren Sandbodens zurück, und bieten in ihrer Verweſung den aufgeſpeicherten Vorrath den Wurzeln dar.

Die Aſche der Tabakspflanze, des Holzes der Weinrebe, der Erbſen und des Klees enthält eine große Menge Kalk. Dieſe Pflanzen gedeihen nicht auf einem Boden, worin der Kalk fehlt, ihre Entwickelung wird befördert, wenn dem an Kalk armen Boden Kalkſalze zugeſetzt werden und wir haben allen Grund, zu glauben, daß ihre üppige Entwickelung weſentlich an die Gegenwart des Kalkes gebunden iſt. Daſſelbe muß angenommen werden für die Magneſia, die in

vielen Pflanzen (Kartoffeln, Runkelrüben ꝛc.) als nie fehlender Beſtandtheil vorkommt.

Von einer Erzeugung von Alkalien, Metalloxyden und anorganiſchen Stoffen überhaupt kann nach dieſen ſo wohl bekannten Thatſachen keine Rede ſein.

Man findet es bewundernswürdig, daß die Grasarten, deren Samen zur Nahrung dienen, dem Menſchen wie ein Hausthier folgen. Sie folgen dem Menſchen, durch ähnliche Urſachen gezwungen, wie die Salzpflanzen dem Meeresſtrande und Salinen, die Chenopodien den Schutthaufen ꝛc.; ſo wie die Miſtkäfer auf die Excremente der Thiere angewieſen ſind, ſo bedürfen die Salzpflanzen des Kochſalzes, die Schuttpflanzen des Ammoniaks und ſalpeterſaurer Salze. Keine von unſeren Getreide- und Gemüſepflanzen kann aber ausgebildete Samen tragen, Samen, welche Mehl geben, ohne eine reichliche Menge von phosphorſauren Alkalien und phosphorſaurer Bittererde, ohne Ammoniak zu ihrer Ausbildung vorzufinden. Dieſe Samen entwickeln ſich nur in einem Boden, wo dieſe drei Beſtandtheile ſich vereinigt befinden, und kein Boden iſt reicher daran als Orte, wo Menſchen und Thiere familienartig zuſammenwohnen; ſie folgen dem Urin, den Excrementen derſelben, weil ſie ohne deren Beſtandtheile nicht zum Samentragen kommen.

Wenn wir Salzpflanzen mehrere hundert Meilen von dem Strande des Meeres entfernt in der Nähe unſerer Salinen finden, ſo wiſſen wir, daß ſie auf dem natürlichſten Wege dahin gelangen; Samen von Pflanzen werden durch Winde und Vögel über die ganze Oberfläche der Erde verbreitet, aber ſie entwickeln ſich nur da, wo ſich die Bedingungen ihres Lebens vorfinden.

In den Soolenkaſten der Gradirgebäude auf der Saline

Salzhauſen bei Nidda finden ſich zahlreiche Schaaren kleiner nicht über zwei Zoll langer Stachelfiſche (Gasterosteus aculeatus). In den Soolenkaſten der 6 Stunden davon entfernten Saline Nauheim trifft man kein lebendes Weſen an, aber die letztere iſt überreich an Kohlenſäure und Kalk, ihre Gradirwände ſind bedeckt mit Stalaktiten, in dem einen Waſſer ſind die in irgend einer Weiſe hingebrachten Eier zur Entwickelung gekommen, in dem andern nicht.

Wieviel wunderbarer und unerklärlicher erſcheint die Eigenſchaft feuerbeſtändiger Körper, unter gewiſſen Bedingungen ſich zu verflüchtigen, bei gewöhnlicher Temperatur in einen Zuſtand überzugehen, von dem wir nicht zu ſagen vermögen, ob ſie zu Gas geworden oder durch ein Gas in Auflöſung übergegangen ſind. Der Waſſerdampf, die Vergaſung überhaupt iſt bei dieſen Körpern die ſonderbarſte Urſache der Verflüchtigung; ein in Gas übergehender, ein verdampfender flüſſiger Körper ertheilt allen Materien, welche darin gelöſ't ſind, in höherm oder geringerm Grade die Fähigkeit, den nämlichen Zuſtand anzunehmen, eine Eigenſchaft, die ſie für ſich nicht beſitzen.

Die Borſäure gehört zu den feuerbeſtändigſten Materien; auch in der ſtärkſten Weißglühhitze erleidet ſie keine durch die feinſten Wagen bemerkbare Gewichtsveränderung, ſie iſt nicht flüchtig, aber ihre Auflöſungen im Waſſer können auch bei der gelindeſten Erwärmung nicht verdampft werden, ohne daß den Waſſerdämpfen nicht eine bemerkbare Menge Borſäure folgt. Dieſe Eigenſchaft iſt der Grund, warum wir bei allen Analyſen Borſäure-haltiger Mineralien, wo Flüſſigkeiten, welche Borſäure enthalten, verdampft werden müſſen, einen Verluſt erleiden; die Quantität Borſäure, welche einem Cubicfuß ſiedend heißen Waſſerdampfes

folgt, iſt durch die feinſten Reagentien nicht entdeckbar, und dennoch, ſo außerordentlich klein ſie auch erſcheinen mag, ſtammen die vielen tauſend Centner Borſäure, welche von Italien aus, in den Handel gebracht werden, von der ununterbrochenen Anhäufung dieſer, dem Anſchein nach, verſchwindenden Menge her. Man läßt in den Lagunen von Caſtel nuovo, Cherchiago ꝛc. die aus dem Innern der Erde ſtrömenden ſiedendheißen Dämpfe durch Waſſer ſtreichen, was nach und nach daran immer reicher wird, ſo daß man zuletzt durch Verdunſten kryſtalliſirbare Borſäure daraus erhält. Der Temperatur dieſer Waſſerdämpfe nach, kommen ſie aus Tiefen, wo menſchliche Weſen, wo Thiere nie gelebt haben können; wie bemerkenswerth und bedeutungsvoll erſcheint in dieſer Beziehung der nie fehlende Ammoniakgehalt dieſer Dämpfe. In den großen Fabriken zu Liverpool, wo die natürliche Borſäure zu Borax verarbeitet wird, gewinnt man daraus als Nebenproduct viele hundert Pfunde ſchwefelſaures Ammoniak.

Das Ammoniak ſtammt nicht von thieriſchen Organismen; es war vorhanden vor allen lebenden Generationen, es iſt ein Theil, ein Beſtandtheil des Erdkörpers.

Die von der Direction des poudres et salpêtres unter Lavoiſier angeſtellten Verſuche haben bewieſen, daß bei dem Verdampfen von Salpeterlaugen, die darin gelöſ'ten Salze ſich mit dem Waſſer verflüchtigen und einen Verluſt herbeiführen, über den man ſich vorher keine Rechenſchaft geben konnte. Eben ſo bekannt iſt, daß bei Stürmen von dem Meere nach dem Binnenlande hin, in der Richtung des Sturmes, ſich die Blätter der Pflanzen mit Salzkryſtallen ſelbſt auf 20—30 engl. Meilen hin bedecken, aber es bedarf

der Stürme nicht, um dieſe Salze zum Verflüchtigen zu bringen, die über dem Meere ſchwebende Luft trübt jederzeit die ſalpeterſaure Silberlöſung, jeder, auch der ſchwächſte Luftzug entführt mit den Milliarden Centnern Seewaſſer, welche jährlich verdampfen, eine entſprechende Menge der darin gelöſ'ten Salze und führt Kochſalz, Chlorkalium, Bittererde und die übrigen Beſtandtheile dem feſten Lande zu.

Dieſe Verflüchtigung iſt die Quelle eines beträchtlichen Verluſtes in der Salzgewinnung aus ſchwachen Soolen. Auf der Saline Nauheim iſt dieſe Erſcheinung durch den dortigen Director, Herrn Wilhelmi, einen ſehr unterrichteten und kenntnißreichen Mann, zur Evidenz nachgewieſen worden; eine Glasplatte auf einer hohen Stange zwiſchen zwei Gradirgebäuden befeſtigt, die von einander etwa 1200 Schritte entfernt ſtanden, fand ſich des Morgens nach dem Auftrocknen des Thaues auf der einen oder andern Seite nach der Richtung des Windes ſtets mit Salzkryſtallen bedeckt.

Das in ſteter Verdampfung begriffene Meer*) verbreitet

---

*) Das Seewaſſer enthält nach Marcet in 1000 Theilen:

26,660	Kochſalz,
4,660	ſchwefelſaures Natron,
1,232	Chlorkalium,
5,152	Chlormagneſium,
1,5	ſchwefelſauren Kalk.
39,204	

Das Nordſeewaſſer enthält nach Clemm in 1000 Theilen:

24,84	Kochſalz,
2,42	Chlormagneſium,
2,06	ſchwefelſaures Magneſia,
1,31	Chlorkalium,
1,20	Gyps,

ſowie unbeſtimmbare Mengen kohlenſauren Kalk, Bittererde, Eiſen, Mangan, phosphorſauren Kalk, Jod und Brommetalle, organiſche Subſtanzen, Ammoniak und Kohlenſäure.

über die ganze Oberfläche der Erde hin, in dem Regenwaſſer, alle zum Beſtehen einer Vegetation unentbehrlichen Salze, wir finden ſie ſelbſt da in ihrer Aſche wieder, wo der Boden keine dieſer Beſtandtheile liefern konnte.

In der Betrachtung umfaſſender Naturerſcheinungen haben wir keinen Maßſtab mehr für das, was wir gewohnt ſind, klein oder groß zu nennen; alle unſere Begriffe beziehen ſich auf unſere Umgebungen, aber wie verſchwindend ſind dieſe gegen die Maſſe des Erdkörpers; was in einem begrenzten Raume kaum bemerkbar iſt, erſcheint in einem unbegrenzten unfaßbar groß. Die Luft enthält nur ein Tauſendtheil ihres Gewichts an Kohlenſäure; ſo klein dieſer Gehalt auch ſcheint, ſo iſt er doch mehr als hinreichend, um Jahrtauſende hinaus die lebenden Generationen mit Kohlenſtoff zu verſehen, ſelbſt wenn er derſelben nicht erſetzt werden würde. Das Seewaſſer enthält $^1/_{12400}$ ſeines Gewichts an kohlenſaurem Kalk, und dieſe in einem Pfunde kaum beſtimmbare Menge iſt die Quelle, welche Myriaden von Schaalthieren, Korallen ꝛc. mit dem Material zu ihrem Gehäuſe verſieht.

Während die Luft nur 4 bis 6 Zehntauſendtheile ihres Volumens an Kohlenſäure enthält, beträgt der Kohlenſäuregehalt des Meerwaſſers über hundertmal mehr (10,000 Volumen Meerwaſſer enthalten 620 Vol. Kohlenſäure, Laurent, Bouillon-Lagrange), und in dieſem Medium, worin eine ganze Welt von anderen Pflanzen und Thieren lebt, finden ſich die nämlichen Bedingungen ihres Lebens vereinigt, welche das Beſtehen lebender Weſen auf der Oberfläche des feſten Landes möglich machen *).

*) Wird der trockne Salzrückſtand von der Verdampfung von Meerwaſſer in einer Retorte bis zum Glühen erhitzt, ſo erhält man ein Sublimat von ſalzſaurem Ammoniak (Marcet).

Die Wurzeln der Pflanzen ſind die ewig thätigen Sammler der Alkalien, der Beſtandtheile des Seewaſſers, die der Regen zuführt, des Quellwaſſers, was den Boden durchdringt; ohne Alkalien und alkaliſchen Baſen würden die meiſten Pflanzen nicht beſtehen, ohne die Pflanzen würden die Alkalien allmälig von der Oberfläche der Erde verſchwinden.

Wenn man erwägt, daß das Meerwaſſer weniger als ein Milliontheil ſeines Gewichts an Jod enthält, daß alle Verbindungen des Jods mit Alkalimetallen in hohem Grade löslich im Waſſer ſind, ſo muß man nothwendig in dem Organismus der Seetangen, der Fucusarten, eine Urſache vorausſetzen, welche dieſe Pflanzen beſtimmt, während ihres Lebens das Jod in der Form eines löslichen Salzes dem Meerwaſſer zu entziehen und in der Weiſe zu aſſimiliren, daß es in das umgebende Medium nicht wieder zurückkehren kann; dieſe Pflanzen ſind für das Jod ähnliche Sammler, wie die Landpflanzen für die Alkalien, ſie ſind es, welche uns Quantitäten von Jod liefern, deren Gewinnung aus dem Seewaſſer die Verdampfung ganzer Seen vorausgehen müßte.

Wir ſetzen voraus, daß die Seepflanzen Jodmetalle zu ihrer Entwickelung bedürfen, und daß ihr Beſtehen an deren Vorhandenſein geknüpft iſt. Mit demſelben Rechte ſchließen wir von der nie fehlenden Gegenwart der Alkalien und alkaliſchen Erden in der Aſche der Landpflanzen auf ihre Nothwendigkeit für die Entwickelung dieſer Pflanzen während ihres Lebens.

Der Urſprung der Ackererde.

Die härteſten Stein- und Gebirgsarten verlieren nach und nach durch den Einfluß gewiſſer Thätigkeiten ihren Zuſammenhang, es ſind die Trümmer und Ueberreſte der Gebirge, welche dieſe Veränderung erlitten haben, aus denen die Ackererde beſteht.

Die Aufhebung des Zuſammenhangs der Fels- und Gebirgsarten wird bedingt theils durch mechaniſche, theils durch chemiſche Urſachen. Ueberall, wo die Gebirge das ganze Jahr oder einen Theil des Jahres mit Schnee bedeckt ſind, beobachtet man, daß auch die härteſten Felſen in kleine Trümmer zerklüften*), welche durch die Bewegung der Gletſcher abgerundet oder in Staub zermalmt werden. Die Bäche und Ströme, welche aus dieſen Gletſchern entſpringen, ſind durch die beigemiſchten Gebirgstheile unklar und trübe, den Thälern und Ebenen zugeführt ſetzen ſie ſich als fruchtbare Erde daraus ab.

„So oft ich Lagern von Erde, Sand und Geſchiebe von vielen Tauſend Fuß Mächtigkeit begegnete, bin ich immer geneigt geweſen auszurufen, daß mechaniſche Urſachen, wie die gegenwärtigen Ströme und Bäche, nicht im Stande ſein

*) Ich beobachtete häufig, ſowohl in den Anden, als in Feuerland (Tierra del fuego), daß überall, wo der Felſen den größten Theil des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt war, daß er in einer ganz außerordentlichen Weiſe in kleine ſpitzige Fragmente zertrümmert war. Scoresby hat die nämliche Erſcheinung auf Spitzbergen beobachtet, er ſagt, der unveränderlich zerbröckelte Zuſtand der Felſen ſcheint eine Wirkung des Froſtes zu ſein. (Darwin, S. 388.)

konnten, ſolche ungeheure Maſſen in Staub zu verwandeln. Wenn ich aber auf der andern Seite das raſſelnde Getöſe dieſer fallenden Gewäſſer in's Auge faßte, wenn ich daran dachte, daß ganze Thiergeſchlechter von der Erde verſchwunden ſind, während welcher Periode Tag und Nacht unausgeſetzt die nämlichen Urſachen der Zerſtörung und Vernichtung thätig waren, ſo kam es mir wieder unbegreiflich vor, wie ein Gebirge zuletzt ihren Wirkungen zu widerſtehen vermochte. (Darwin 386.)«

Zu dieſen mechaniſchen Urſachen der Aufhebung des Zuſammenhangs der Gebirgsarten fügen ſich die chemiſchen Actionen hinzu, welche der Sauerſtoff, die Kohlenſäure der Luft, ſowie das Waſſer auf die Beſtandtheile derſelben ausüben.

Die letzteren ſind die eigentlichen Urſachen der Verwitterung, ihre Thätigkeit iſt nicht begrenzt durch die Zeit, ſie äußert ſich in jeder Zeitſekunde und muß ſelbſt dann noch als vorhanden angeſehen werden, wenn der hervorgebrachte Effect während der Dauer eines Menſchenlebens nicht wahrnehmbar iſt.

Es dauert Jahre lang, ehe ein dem Einfluß der Witterung ausgeſetztes Stück polirten Granits ſeinen Glanz verliert, allein in einer unendlich langen Zeit zerfällt das große Stück durch die auf ſeine Beſtandtheile wirkenden chemiſchen Thätigkeiten in immer kleinere Trümmer.

Die Wirkung des Waſſers iſt ſtets begleitet von der des Sauerſtoffs und der Kohlenſäure, ſie laſſen ſich kaum getrennt von einander in Betrachtung ziehen.

Eine Menge Felsarten, wie Baſalt, Thonſchiefer, enthalten in chemiſcher Verbindung Eiſenoxydul, was die Fähigkeit beſitzt, Sauerſtoff aufzunehmen und in Oxyd

überzugehen. Wir erkennen dieſe Eigenſchaft in unſeren an Eiſenoxyden reichen Ackererden. Von der Oberfläche abwärts bis zu einer gewiſſen Tiefe iſt ihre Farbe roth oder rothbraun, ſie enthält Eiſenoxyd, der Untergrund iſt ſchwarz oder ſchwarzbraun, er enthält Eiſenoxydul. Bei tiefem Pflügen wird der Untergrund zur Oberfläche, und es tritt nun der Fall ein, daß der früher fruchtbare Boden für eine gewiſſe Reihenfolge von Jahren ſeine Fruchtbarkeit verliert. Dieſer Zuſtand dauert ſo lange bis die Oberfläche wieder roth geworden, bis nämlich alles Eiſenoxydul in Oxyd übergegangen iſt.

Aehnlich nun, wie ein kryſtalliſirtes Eiſenoxydulſalz durch Aufnahme von Sauerſtoff ſeinen Zuſammenhang verliert und in Pulver zerfällt, verhält es ſich mit den meiſten Gebirgsarten, deren Beſtandtheile eine Verbindung mit dem Sauerſtoff einzugehen vermögen. In Folge der Entſtehung neuer Zuſammenſetzungen wird der Zuſammenhang der urſprünglichen aufgehoben. Enthält die Gebirgsart eingemengte Schwefelmetalle, wie z. B. Schwefelkies und Magnetkies, welche ſo häufig ſich in den Graniten finden, ſo verwandeln ſich dieſe nach und nach in ſchwefelſaure Salze.

Die meiſten Gebirgsarten, der Feldſpath, der Baſalt, der Thonſchiefer, Porphyr, zahlreiche Glieder der Kalkformation, ſind Gemenge von Silicaten; ſie beſtehen aus mannigfaltigen Verbindungen von Kieſelerde mit Thonerde, Kalk, Kali, Natron, Eiſen und Manganoxydul.

Um eine klare Vorſtellung über den Einfluß des Waſſers und der Kohlenſäure auf die Gebirgsarten zu erlangen, iſt es nothwendig, ſich an die Eigenſchaften der Kieſelerde und ihrer Verbindungen mit alkaliſchen Baſen zu erinnern.

Der Quarz oder Bergkryſtall ſtellt Kieſelerde in hohem

Grade der Reinheit dar; in diesem Zustande ist sie nicht löslich, weder im kalten noch warmen Wasser, völlig geschmacklos, ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben; ihre Haupteigenschaft besteht nun darin, daß sie mit Alkalien und allen basischen Metalloxyden salzartige Verbindungen eingeht, die man Silicate nennt. Das Fenster- und Spiegelglas ist ein Gemenge von kieselsauren Salzen mit alkalischen Basen, Kali-Natron und Kalk, und die gewöhnlichsten Beobachtungen zeigen, daß in den meisten Sorten dieser Gläser das Alkali völlig neutralisirt ist. Das Vermögen, sich mit Metalloxyden zu verbinden und die Alkalien völlig zu neutralisiren, besitzen nur die Säuren, woher es denn kommt, daß die Kieselerde den Namen Kieselsäure erhalten hat.

Die Kieselsäure ist eine der schwächsten Säuren, die man kennt; es ist schon erwähnt worden, daß ihr der saure Geschmack der anderen Säuren, so wie die Löslichkeit im Wasser, im krystallisirten Zustande völlig abgeht.

Von alkalischen Laugen hingegen wird die Kieselerde in sehr feingepulvertem Zustande bei anhaltendem Kochen aufgelöst.

Verbindungen mit Kali und Natron werden am leichtesten auf trocknem Wege durch Schmelzen von reinem oder kohlensaurem Alkali mit Sand hervorgebracht; es entstehen auf diese Weise Gläser, die je nach der Menge des darin enthaltenen löslichen Bestandtheils verschiedene Eigenschaften zeigen. Bei einem Verhältniß von 70 Kieselerde auf 30 Kali oder Natron erhält man ein Glas, was in kochendem Wasser löslich ist und auf Holz oder Eisen gestrichen zu einem glasartigen Ueberzug eintrocknet, daher der Name Wasserglas. Bei weniger Alkali, d. h. bei einem größern Verhältniß von Kieselerde vermindert sich mehr oder weniger seine Auflöslichkeit im Wasser.

Die im Waſſer löslichen Silicate werden durch alle Säuren zerlegt. Enthält die Auflöſung des Silicats mehr als $^1/_{30}$ von dem Gewichte des Waſſers an Kieſelerde, ſo entſteht durch Zuſatz einer Säure ein durchſcheinender Niederſchlag, der ganz das Anſehen von Gallerte beſitzt. Dieſer Niederſchlag iſt eine Verbindung von Kieſelerde mit Waſſer, Kieſelerdehydrat. Enthält die Auflöſung weniger Kieſelerde, ſo bleibt ſie beim Zuſatz von Säure völlig klar.

Dieſes Klarbleiben ſetzt voraus, daß die Kieſelerde in dem Zuſtande, in welchem ſie von der Säure aus ihrer Verbindung mit dem Alkali getrennt wird, einen gewiſſen Grad von Löslichkeit in reinem Waſſer beſitzt.

Wenn man in der That den Niederſchlag von Kieſelerde in dem gallertartigen Zuſtande mit Waſſer auswäſcht, ſo nimmt er an Volumen ab; durch Verdampfen des Waſſers läßt ſich die darin aufgelöſ'te Kieſelerde mit Leichtigkeit nachweiſen.

Man bemerkt leicht, daß die Kieſelſäure einen doppelten chemiſchen Charakter beſitzt. Aus einem Silicate in irgend einer Weiſe abgeſchieden, hat ſie ganz andere Eigenſchaften, als in der Form von Sand, Quarz und Bergkryſtall. Iſt bei ihrer Trennung von einer Baſe, bei ihrer Abſcheidung aus einer Auflöſung, Waſſer genug zugegen, um ſie aufgelöſ't zu halten, ſo ſcheidet ſich nichts ab; in gewiſſen Zuſtänden iſt ſie löslicher im Waſſer, als Gyps.

Dieſe ſo große Löslichkeit im Waſſer verliert die gallertartige Kieſelerde völlig durch bloßes Trockenwerden. Bis zu einem gewiſſen Grade concentrirt, geſteht ihre Auflöſung in Säuren nach dem Erkalten zu einer waſſerklaren zuſammenhängenden Gallerte. Man kann das Gefäß umwenden, ohne daß ein Tropfen ausfließt.

Bei weiterem Eintrocknen trennt sich mit dem Lösungsmittel, das Wasser, was die Kieselerde in den aufgequollenen gallertartigen Zustand versetzt. Die Affinität zwischen beiden ist so schwach, daß diese Trennung schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur vor sich geht.

Einmal von ihrem Hydratwasser befreit, ist die Kieselerde im Wasser nicht mehr löslich, ohne deshalb in ihren Eigenschaften der krystallisirten Kieselerde (Sand, Quarz ꝛc.) völlig gleich zu sein; sie behält nämlich das Vermögen, sich in Alkalien und zwar nicht bloß in ätzenden, sondern auch in kohlensauren Alkalien bei gewöhnlicher Temperatur zu lösen, dies geschieht sogar dann noch, wenn sie vorher zum Glühen erhitzt worden ist.

Es giebt, wie man sieht, kaum eine Mineralsubstanz, welche in Hinsicht auf merkwürdige Eigenschaften verglichen werden kann mit der Kieselerde.

Die meisten der im kalten Wasser unlöslichen Silicate, welche alkalische Basen enthalten, werden durch anhaltende Berührung mit heißem Wasser, besonders leicht wenn das Wasser eine Säure enthält, zerlegt. Noch in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, wo diese Eigenschaft der Silicate unbekannt war, gab sie zu der Meinung Veranlassung, daß das Wasser sich in Erde verwandeln ließe.

Alles in Glasgefäßen destillirte Wasser hinterläßt nämlich nach dem Verdampfen eine gewisse Quantität erdiger Substanz; selbst nach zehn und mehrmaligen Destillationen bleibt ein erdiger Rückstand. Lavoisier zeigte, daß ein Theil des Glases und Porzellans von dem Wasser, was man darin zum Sieden bringt, aufgelöst wird, daß das Gefäß am Gewichte genau um so viel abnimmt, als

das verdampfte Waſſer an erdigem Rückſtand hinterläßt. In reinen Metallgefäßen deſtillirt, bleibt dieſe Erſcheinung aus.

Wir ſehen die Wirkung, welche das Waſſer auf die in dem Glaſe enthaltenen Silicate ausübt, an dem Blindwerden der Gläſer auf Miſtbeeten z. B., welche der Witterung am meiſten ausgeſetzt ſind. Wir ſehen dieſe Zerſetzung der Gläſer geſteigert und vermehrt durch die Mitwirkung der Kohlenſäure in Ställen, wo durch den Athmungsproceß von Thieren und den Fäulnißproceß von thieriſchen Materien die Luft reich iſt an Kohlenſäure.

Die Kieſelſäure iſt die ſchwächſte unter allen Säuren, die löslichen Silicate werden ſchon durch Kohlenſäure vollkommen zerſetzt.

Eine Auflöſung von Waſſerglas erſtarrt, wenn ſie mit Kohlenſäure geſättigt wird, zu einer Gallerte; wir müſſen annehmen, daß dieſe Zerſetzung auch in ganz verdünnten Auflöſungen vor ſich geht, wo wir keine Abſcheidung von Kieſelerde wahrnehmen, in dieſem Falle bleibt die Kieſelerde in dem Waſſer gelöſ't.

Die Zerſetzbarkeit der Silicate durch die Einwirkung des Waſſers und der Säuren geht um ſo raſcher und leichter von Statten, je mehr Alkali ſie enthalten.

Die anorganiſche Natur bietet zahlreiche Beiſpiele eines unausgeſetzt vorgehenden Zerſetzungsproceſſes, der in den Gebirgsarten enthaltenen Silicate, durch den Einfluß des Waſſers und der Kohlenſäure dar.

Nach den darüber angeſtellten Unterſuchungen iſt es keinem Zweifel unterworfen, daß die großen Lager von Porzellanthon (Kaolin) durch die zerlegende Wirkung des Waſſers auf Kali und Natronſilicate, gewiſſe Feldſpathe oder Feldſpath führende Geſteine entſtanden ſind. Man kann

den Feldſpath*) ſich denken als eine Verbindung eines Thonerdeſilicats mit einem Alkaliſilicate, welches letztere im Waſſer löslich und nach und nach hinweggenommen, den feuerfeſten Porzellanthon hinterläßt.

Forchhammer hat gezeigt, daß der Feldſpath**) durch Waſſer von 150° und unter einem dieſer Temperatur entſprechenden Druck zerlegt wird. Das Waſſer nimmt eine ſtarke alkaliſche Reaction an und enthält aufgelöſ'te Kieſelerde. Die Geiſer auf Island ſind Quellen von ſiedendheißem Waſſer***), welche aus einer großen Tiefe kommen und demzufolge einem hohen Drucke ausgeſetzt ſind. Forchhammer hat durch die Analyſe bewieſen, daß wir in dieſem Waſſer die löslichen Beſtandtheile der Natronfeldſpathe und Magneſia-Silicate haben, die in Trappgebirgen vorwalten; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß im Grunde des Geiſers eine

---

*) Zuſammenſetzung der Feldſpathe:

	Feldſpath	Albit	Labrador	Anorthit.
Kieſelerde	65,9	69,8	55,8	44,5
Thonerde	17,8	18,8	26,5	34,5
Kali	16,3			
Natron		11,4	4,0	
Bittererde				5,2
Kalk			11,0	15,7
Eiſenoxydul			1,3	0,7

**) Die chemiſche Formel des Feldſpaths iſt: $Al_2O_3, 3SiO_3 + KO, SiO_3$. — Dieſe Formel dreimal genommen läßt ſich zerlegen in Porzellanthon = $3Al_2O_3, 4SiO_3$ = und in lösliches kieſelſaures Kali = $3KO\ 8SiO_3$.

***) Der trockne Rückſtand von 28 Unzen Geiſerwaſſer beſteht aus:

Gyps	0,453
Schwefelſ. Natron / Magneſia	0,827
Kochſalz	2,264
Natron	1,767
Kieſelerde	5,506

Verwandlung von kryſtalliniſchen Feldſpathen in Thon unausgeſetzt und in einem ſehr großen Maßſtabe ſtattfindet.

Das Waſſer wirkt bei gewöhnlicher Temperatur, wenn es, wie alles atmoſphäriſche und Quellwaſſer, Kohlenſäure enthält, ganz ähnlich wie bei hoher Temperatur und einem hohen Druck.

Polſtorf und Wiegmann nahmen weißen Sand, kochten ihn mit Königswaſſer aus und ſetzten ihn nach dem vollſtändigen Entfernen der Säure durch Auswaſchen der Wirkung von Waſſer, was mit Kohlenſäure geſättigt war, während 30 Tagen aus.

Die Analyſe dieſes Waſſers zeigte, daß die in dem Sande nie fehlenden Silicate, welche der kurzdauernden Einwirkung des Königswaſſers widerſtanden hatten, in längerer Zeit eine Zerſetzung durch das kohlenſäurehaltige Waſſer erfuhren. Das Waſſer enthielt kieſel- und kohlenſaures Kali, ſowie Kalk und Talkerde aufgelöſ't.

Von den in der Natur vorkommenden Silicaten mit alkaliſcher Baſis giebt es eine gewiſſe Klaſſe, welche im kryſtalliſirten Zuſtande Waſſer in chemiſcher Verbindung enthalten, hierher gehören die Zeolithe, Analcim, Meſotyp, Sodalith, Apophyllith ꝛc., die eigentlichen Feldſpathe ſind immer waſſerfrei.

Durch ihr Verhalten gegen Säuren unterſcheiden ſich dieſe Silicate ſehr weſentlich von einander.

Wird ein dem Meſotyp in ſeiner Zuſammenſetzung ähnliches Mineral in feingepulvertem Zuſtande mit Salzſäure in der Kälte ſtehen gelaſſen, ſo ſchwillt es zu einer dicken Gallerte auf, welche die Säure geſtehen macht. Das Mineral, wie man ſagt, wird bei gewöhnlicher Temperatur aufgeſchloſſen, die in der Säure löslichen Beſtandtheile werden

davon aufgenommen, die Kieſelerde bleibt als Hydrat zum großen Theil in der Säure ungelöſ't.

Unter den Feldſpathen zeigt der Kalkfeldſpath (Labrador) ein ähnliches Verhalten. Der Kali- und Natronfeldſpath (Adular und Albit) werden unter dieſen Umſtänden nicht angegriffen.

Durch dieſes ſo verſchiedene Verhalten gegen Löſungsmittel iſt man im Stande geweſen, ſehr zuſammengeſetzte Gebirgsarten in ihre Gemengtheile zu zerlegen. Das Verfahren ſelbſt, was von C. Gmelin zuerſt in ſeiner Analyſe des Phonoliths angewendet worden iſt, giebt ein leichtes Mittel ab, die verwitterbaren (aufſchließbaren) Mineralien in allen Gebirgs- und Erdarten aufzufinden und ihre Menge zu beſtimmen. So enthält, um einige Beiſpiele anzugeben, der Phonolith von Abterode im Hegau (Poggendorff's Annalen XIV. p. 357.)

2,097 meſotypartiges Geſtein (in Säuren löslich),
11,142 Feldſpath (nicht in Säuren löslich).

Die Beſtandtheile beider ſind folgende:

	das in Säuren lösliche,	der in Säuren unlösliche Rückſtand.
Kieſelerde	38,574	66,291
Thonerde	24,320	16,510
Kali	3,079	9,249
Natron	12,656	4,960
Kalk	1,802	
Eiſenoxyd	11,346	2,388
Manganoxyd	2,194	0,896
Titanſäure	0,620	
Waſſer	4,209	
Organ. Subſtanz	0,405	

In einer ähnlichen Weiſe analyſirte H. Frick den Thonſchiefer und Löwe den Baſalt und die Lava vom Aetna.

Der Baſalt beſtand in 100 Theilen aus { 4,615 Magneteiſenerz; 39,800 Zeolith *); 55,885 Augit **).

Durch Behandlung des Thonſchiefers von Benndorf mit Salzſäure wurden erhalten

26,46 in Salzſäure löslicher Beſtandtheile
73,54 in Salzſäure unlöslicher »

Die Zuſammenſetzung derſelben war folgende:

	der in Salzſäure löslichen	der darin unlöslichen Beſtandtheile des Thonſchiefers.
Kieſelerde	22,39	77,06
Thonerde	19,35	15,99
Eiſenoxyd	27,61	1,53
Bittererde	7,00	0,57
Kalk	2,42	0,33
Kali (kein Natron)	2,37	3,94
Waſſer, Kohlenſ. u. Verluſt	18,86	0,39
Kupferoxyd		0,19.

*) Der Zeolith beſtand aus:

Kieſelerde	38,83
Thonerde	28,77
Kalk	10,45
Natron	13,81
Kali	1,42
Waſſer	6,72
	100,00

**) Der Augit iſt ein Silicat von Kalk und Bittererde.

Aus dieſen Analyſen ergeben ſich einige höchſt wichtige Folgerungen.

Es iſt angeführt worden, daß der Feldſpath, welcher in der kurzen Zeit von 24 Stunden von kalter Salzſäure kaum angegriffen wird, daß dieſes Mineral der auflöſenden Wirkung des mit Kohlenſäure geſättigten Waſſers nicht widerſteht, und aus den angeführten Analyſen ergiebt ſich, daß die verbreitetſten Felsarten Gemenge von Silicaten ſind, welche ſich in Salzſäure bei gewöhnlicher Temperatur löſen, die alſo von Waſſer, namentlich von kohlenſäurehaltigem Waſſer noch weit leichter aufgeſchloſſen und angegriffen werden müſſen, als der Feldſpath.

Alle Fels- und Gebirgsarten, welche Silicate von alkaliſchen Baſen enthalten, können auf die Dauer hin der auflöſenden Kraft des kohlenſäurehaltigen Waſſers nicht widerſtehen. Die Alkalien, Kalk, Bittererde werden entweder allein, oder die erſteren in Verbindung mit Kieſelerde aufgelöſ't, während Thonerde gemengt oder in Verbindung mit Kieſelerde zurückbleibt. Der verwitterte Phonolith aus Abterode, welcher durch den Einfluß der Feuchtigkeit und Luft auf das feſte Geſtein entſtanden iſt, deſſen Analyſe oben angeführt wurde, verhält ſich gegen Salzſäure ganz anders.

Während der unverwitterte Klingſtein mehr als 20 p. c. lösliche Beſtandtheile an die Salzſäure abgiebt, werden von dem verwitterten noch nicht ganz 5 p. c. aufgelöſ't.

Der in Säuren unlösliche Beſtandtheil des verwitterten Phonoliths iſt in ſeiner Zuſammenſetzung kaum verändert, in dem löslichen Beſtandtheil *) macht das Eiſen und Man-

*) Der lösliche Theil des verwitterten Klingſteins beſteht aus:

Kieſelerde	13,396
Thonerde	5,660

ganoxyd die Hauptmaſſe aus; beide Oxyde verhalten ſich in dem löslichen Beſtandtheil des unverwitterten Geſteins (ſiehe S. 116) wie 11,346: 2,194, in dem verwitterten ſind in 100 Th. 63,39 Eiſen auf 11,13 Manganoxyd erhalten werden. Dies iſt nahe das nämliche Verhältniß.

Durch die Verwitterung ſind alſo vermittelſt des Waſſers, die Alkalien, der Kalk aufgelöſ't und mit Kieſelerde und Thonerde hinweggeführt worden, was zurückblieb, enthält nur $^1/_{15}$ der urſprünglich darin vorhandenen Alkalien.

So lange aber noch eine Spur Alkali oder einer in Kohlenſäure löslichen Baſis in dem Minerale zurückbleibt, dauert die Wirkung des kohlenſäurehaltigen Waſſers, welche ein immer weiterſchreitendes Auseinanderfallen der Beſtandtheile bewirkt, fort.

Der in ganz Dänemark ſo häufige gelbe Thon, iſt nach Forchhammer Granit, deſſen Feldſpath in Kaolin verwandelt, deſſen Glimmer unzerſtört geblieben iſt, deſſen Quarz den Sand des Thons ausmacht; der Magneteiſenſtein und das Titaneiſen des Granits finden ſich in dieſem Thone als Eiſenoxyd und Titanoxyd wieder. Aus Syeniten und Grünſteinen entſteht der blaue Thon, dem der Glimmer fehlt

---

Kali, Natron . .	1,074
Kalk, Spuren.	
Eiſenoxyd . . .	63,396
Manganoxyd . .	11,132
Titanſäure . . .	3,396
Der unlösliche Theil:	
Kieſelerde . . .	66,462
Thonerde	16,810
Kali	9,569
Natron	4,281
Kalk	1,523
Eiſenoxyd . . .	2,989
Manganoxyd . .	0,172

(Forchhammer). Aus Porphyr ſind durch die Verwitterung die großen Thonlager bei Halle *) entſtanden. Man unterſcheidet darin leicht beim Anfeuchten die Grundmaſſe, welche weiß, und den Feldſpath, welcher gelblich ausſieht (Mitſcherlich).

Die in Waſſer oder Kali gelöſ'te Kieſelerde hat ſich zuweilen aus dieſer Auflöſung an den Feldſpathkryſtallen ſelbſt wieder in Kryſtallen abgeſetzt, wie man dies im Trachyt des Siebengebirges bei Bonn häufig beobachtet (Mitſcherlich). Die meiſten Sandſteine enthalten beigemiſchte Silicate mit alkaliſchen Baſen, in dem Sandſtein des Heiligenberges bei Heidelberg finden ſich viele Stücke von Feldſpath, welche theilweiſe in Thon umgeändert ſind und weiße Pünktchen im Sandſtein bilden.

Aus der Analyſe der Porzellanerden **) läßt ſich entnehmen, daß die Zerſetzung des Feldſpathes, aus denen ſie entſtanden ſind, die äußerſte Grenze noch nicht erreicht hat; ſie ſind ohne Ausnahme noch kalihaltig.

Unter den in der Natur vorkommenden Thonarten haben

---

*) Der zerſetzte Feldſpath, Porzellanthon von Morl bei Halle:

Kieſelerde	71,42
Thonerde	26,07
Eiſenoxyd	1,93
Kalk	0,13
Kali	0,45

**) St. Yrieux, Limoge: Meißen:

Kieſelerde	46,8 . . .	52,8
Thonerde	37,3 . . .	31,2
Kali	2,5 . . .	2,2

Schneeberg:

Kieſelerde	43,6
Thon	37,7
Eiſenoxyd	1,5
Kali und Waſſer . .	12,5

diejenigen den Namen Porzellanerde erhalten, welche feuerfeſt, d. h., in dem ſtärkſten Feuer unſerer Oefen umſchmelzbar ſind.

Dieſe Schwerſchmelzbarkeit iſt abhängig von den in den Thonarten enthaltenen alkaliſchen Baſen, Kali, Natron, Kalk, Bittererde und Eiſenoxydul. Vergleichen wir die meiſten Thonarten mit den Porzellanerden, ſo ergiebt ſich, daß das Vorkommen der feuerfeſten (der alkaliarmen) verhältnißmäßig ſelten iſt; die in den verbreitetſten Gebirgsarten, in den Ackererden mit den Braunkohlen, Steinkohlen vorkommenden Thonarten ſintern in der Hitze zuſammen und verglaſen in ſtarkem Feuer; der gewöhnliche Lehm ſchmilzt zu einer Schlacke zuſammen. Dieſe Schmelzbarkeit ſteht bei denen, in welchen das Eiſenoxyd oder Oxydul als Beſtandtheil fehlt, in geradem Verhältniß zu der Menge der darin enthaltenen alkaliſchen Baſen.

Der aus den Kalifeldſpathen entſtandene Thon iſt frei von Kalk; aus dem Labrador (dem Hauptgemengtheil des Baſaltes und der Lava) entſteht ein Kalk- und Natronhaltiger Thon.

Die an Thon reichen Kalkſteine enthalten verhältnißmäßig das meiſte Alkali, der Mergel, die Cementſteine gehören zu dieſer Klaſſe von Mineralien. Sie zeichnen ſich vor allen anderen Kalkſteinen durch die merkwürdige Fähigkeit aus, nach mäßigem Brennen, wenn ſie mit Waſſer in Berührung gebracht werden, zu ſteinartigen Maſſen zu erhärten. Bei dem Brennen des Mergels (oder vieler natürlichen Cementſteine) wirken die Beſtandtheile des Thons und Kalks chemiſch auf einander, es entſteht eine dem waſſerfreien Apophyllit *) ähnlich zuſammengeſetzte Verbindung von kieſel-

*) Formel des Apophyllits: $KO, 2SiO_3 + 8CaO, SiO_3 + 16aq.$

ſaurem Kali und kieſelſaurem Kalk, welche beim Zuſammenbringen mit Waſſer, gleich dem gebrannten Gypſe, eine gewiſſe Menge davon in chemiſche Verbindung aufnimmt und damit kryſtalliſirt*).

Aus dem Vorhergehenden ergiebt ſich auf eine klare unzweideutige Weiſe der Urſprung der Ackererde: ſie iſt aus den an Alkalien und alkaliſchen Erden reichen Gebirgsarten durch die Wirkung chemiſcher und mechaniſcher Thätigkeiten entſtanden, die ihren feſten Zuſammenhang nach und nach aufhoben.

Es bedarf wohl keiner weitern Auseinanderſetzung, daß alle Thonarten für ſich oder gemengt mit anderen Mineralien, der Thon der Ackererde, unausgeſetzt die nämliche fortſchreitende Veränderung erleiden, welche darin beſteht, daß durch den Einfluß des Waſſers und der Kohlenſäure die darin enthaltenen Alkalien und alkaliſchen Baſen löslichen Zuſtand annehmen; es entſtehen kieſelſaure, oder wenn dieſe durch die Einwirkung der Kohlenſäure zerlegt werden, kohlenſaure Alkalien und Kieſelerdehydrat, letzteres in dem eigenthümlichen Zuſtande, wo es löslich im Waſſer und aufnehmbar durch die Wurzeln der Pflanzen wird.

Der Einfluß der Luft, der Kohlenſäure und Feuchtigkeit auf die Beſtandtheile der Gebirgsarten läßt ſich in den ſeit Jahrtauſenden unbewohnten Gegenden Südamerika's am leichteſten beobachten, wo Jäger und Hirten die Entdecker reicher

*) Wenn wir ein Stück Kreide mit einer Auflöſung von Waſſerglas (S. 109) befeuchten, ſo geht dieſes an der Oberfläche eine Verbindung damit ein, welche hart und ſteinartig iſt. An die Stelle des Kali's im kieſelſauren Kali tritt der Kalk der Kreide, eine gewiſſe Menge Kali wird dadurch in der Form von kohlenſaurem Kali in Freiheit geſetzt (Kuhlmann).

Silberminen sind. Durch die Verwitterung werden die Bestandtheile des silberführenden Gesteins nach und nach aufgelöst und durch Regen und Wind hinweggeführt, die edlen Metalle widerstehen dieser Zerstörung und bleiben auf der Oberfläche zurück. Es ist eine ganz bestimmte Thatsache, daß die metallischen Silberadern über der Oberfläche des Felsens in scharfen Zacken und Kanten hervorragen *).

Die Cultur.

In dem Vorhergehenden sind die Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien betrachtet worden. Kohlensäure, Ammoniak und Wasser liefern die Elemente aller Organe: Salze, Metalloxyde, gewisse anorganische Materien, dienen zu besonderen Verrichtungen in dem Organismus der Pflanze, manche davon müssen als Bestandtheile einzelner Pflanzentheile angesehen werden.

Die atmosphärische Luft und der Boden bietet den Blättern und Wurzeln einerlei Nahrung dar.

Die erstere enthält eine verhältnißmäßig unerschöpfliche Menge Kohlensäure und Ammoniak, in dem Boden haben

---

*) Die Bergwerke zu Chanuncillo, aus denen Silber von vielen hunderttausend Pfund Sterling an Werth in wenigen Jahren gewonnen wurden, entdeckte ein Mann, der einen Stein nach einem Maulthier warf und ihn schwerer fand, als einen gewöhnlichen Stein; er bestand aus gediegenem Silber und war ein Stück einer hoch über den Felsen hervorragenden Ader von Silber (Darwin, S. 387).

wir in dem Humus eine ſich ſtets erneuernde Quelle von Kohlenſäure; den Winter hindurch häuft ſich in dem Regen- und Schneewaſſer, womit er durchdrungen wird, eine für die Entwickelung der Blüthen und Blätter ausreichende Menge Ammoniak an.

Die völlige, ja man kann ſagen, die abſolute Unlöslichkeit in kaltem Waſſer der in Verweſung begriffenen Pflanzentheile erſcheint bei näherer Betrachtung als eine nicht minder weiſe Natureinrichtung.

Wenn der Humus auch noch einen geringern Grad von Löslichkeit beſäße, als man der ſogenannten Humusſäure zuſchreibt, ſo würde er der auflöſenden Kraft des Regenwaſſers nicht widerſtehen können. Bei mehrwöchentlichem Wäſſern der Wieſen müßte ein großer Theil davon aus dem Boden entführt werden, heftige und anhaltende Regen müßten den Boden daran ärmer machen. Er löſ't ſich aber nur auf, inſofern er ſich mit dem Sauerſtoff verbindet; nur in der Form von Kohlenſäure wird er vom Waſſer aufgenommen.

Bei Abweſenheit aller Feuchtigkeit erhält ſich der Humus Jahrhunderte lang; mit Waſſer benetzt, verwandelt er den umgebenden Sauerſtoff in Kohlenſäure; von dieſem Augenblicke an verändert er ſich ebenfalls nicht mehr, denn die Wirkung der Luft hört auf, ſobald ſie ihres Sauerſtoffs beraubt iſt. Nur wenn Pflanzen in dieſem Boden wachſen, deren Wurzeln die gebildete Kohlenſäure hinwegnehmen, ſchreitet die Verweſung fort, aber durch lebende Pflanzen empfängt der Boden wieder, was er verloren hat, er wird nicht ärmer an Humus.

Die Tropfſteinhöhlen in Franken, in der Umgebung von Baireuth, Streitberg ſind mit fruchtbarer Ackererde bedeckt;

der Boden über diesen Höhlen ist mit verwesenden Vegetabilien, mit Humus angefüllt, der bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft unausgesetzt Kohlensäure entwickelt, die sich im Regenwasser löst.

Das mit Kohlensäure angeschwängerte Regenwasser sickert durch den porösen Kalkstein hindurch, der die Seitenwände und Decke der Höhlen bildet, und löst bei diesem Durchgang eine der Kohlensäure entsprechende Menge von kohlensaurem Kalk auf.

In dem Innern der Höhle angekommen, dunstet von dieser Auflösung das Wasser und die überschüssige Kohlensäure ab, und der Kalkstein, indem er sich abscheidet, überzieht Wände und Decke mit Krystallkrusten von den mannigfaltigsten Formen.

An wenigen Orten der Erde vereinigen sich aber in gleichem Grade, wie an diesen, alle Bedingungen zur Erzeugung von humussaurem Kalk, wenn der Humus in dem Boden in der That in der Form von Humussäure vorhanden wäre.

Verwesende Vegetabilien, Wasser und Kalk in Auflösung sind vorhanden, allein die gebildeten Stalaktiten enthalten keine Humus-Säure, sie sind glänzend weiß, oder gelblich, zum Theil durchsichtig wie Kalkspath und lassen sich zum Glühen erhitzen ohne Schwärzung.

In den alten Burgen in der Nähe des Rheins, der Bergstraße und der Wetterau bieten unterirdische Gewölbe, aus Sandstein, Granit und Basalt aufgeführt, eine ähnliche Erscheinung wie die Kalkhöhlen dar.

Diese Gewölbe oder Keller sind bedeckt mit einer mehrere Fuß dicken Lage von Dammerde, in der sich verwesende Vegetabilien befinden. Das Regenwasser, was auf diese Gewölbe fällt, nimmt die gebildete Kohlensäure auf, sickert

durch die Erde hindurch, löſ't durch ſeinen Kohlenſäuregehalt den Kalkmörtel auf; dieſe Auflöſung verdunſtet auf der Innenſeite der Gewölbe wieder und überzieht ſie mit kleinen und dünnen humusſäurefreien Stalaktiten.

Es ſind dies aber durch die Natur gebaute Filtrirapparate, in denen wir das Reſultat eines, Jahrhunderte oder Jahrtauſende fortgeſetzten, Verſuches vor Augen haben.

Wenn das Waſſer die Fähigkeit beſäße, auch nur ein Hunderttauſendtheil ſeines Gewichts an Humusſäure oder humusſaurem Kalk aufzulöſen, ſo würden wir beim Vorhandenſein von Humusſäure die Decke dieſer Gewölbe und Höhlen damit überzogen finden, allein man iſt nicht im Stande, auch nur die kleinſte Spur davon wahrzunehmen. Wenn man zuletzt erwägt, daß die Humusſäure oder ihre Salze ſich mit brauner Farbe in Waſſer löſen, daß das Quell- und Brunnen-Waſſer völlig klar und farblos iſt und beim Verdampfen nur Salze, die durch Mineralſäuren gebildet ſind, aber keine Humusſäure hinterläßt, ſo kann man an der Abweſenheit der letztern in der Acker- und Gartenerde nicht zweifeln. Das Waſſer unſerer Quellen und Brunnen iſt Regenwaſſer, was durch den Boden ſickernd ſeine ganze auflöſende Kraft für die humusſauren Salze äußern müßte. Wäre humusſaures Kali in dem Boden vorhanden, ſo müßte alles Quell- und Brunnen-Waſſer, in einer gewiſſen Tiefe geſammelt, beſtimmbare Mengen davon enthalten, allein ſelbſt in dem, kohlenſaure Alkalien enthaltenden, Selterſer und Fachinger Mineralwaſſer, die aus dem Boden einer ſumpfigen Wieſe hervorquellen, der reich an vegetabiliſchen Stoffen iſt, läßt ſich keine Spur Humusſäure nachweiſen. Es giebt kaum ſchärfere und überwiegendere Beweiſe für die Abwe-

ſenheit der Humusſäure der Chemiker in der Ackererde und Dammerde.

Die gewöhnliche Vorſtellung, welche man ſich über die Wirkungsweiſe der Humusſäure geſchaffen hatte, gab Veranlaſſung zu einer durchaus unerklärbaren Erſcheinung.

Eine ſehr kleine Quantität davon im Waſſer gelöſ't, färbt daſſelbe gelb oder braun. Man ſollte nun denken, daß ein Boden um ſo fruchtbarer ſein müſſe, je mehr Fähigkeit er beſitzt, Waſſer braun zu färben, d. h. Humusſäure an daſſelbe abzugeben.

Sonderbarerweiſe gedeiht aber in einem ſolchen Boden keine Culturpflanze, und aller Dünger muß, wenn er einen wohlthätigen Einfluß auf die Vegetation äußern ſoll, dieſe Eigenſchaft verloren haben. Das Waſſer auf unfruchtbarem Torfboden, auf ſumpfigen Wieſen, auf denen nur wenige Vegetabilien gedeihen, iſt reich an dieſer Humusſäure, und alle Landwirthe und Gärtner kommen darin überein, daß ſie nur den ſogenannten humificirten Dünger nützlich und gedeihlich für die Culturpflanzen halten. Dies iſt nun gerade derjenige, der die Eigenſchaft, das Waſſer zu färben, gänzlich verloren hat.

Dieſe im Waſſer mit brauner Farbe lösliche Materie iſt ein Product der Fäulniß aller Thier- und Pflanzenſtoffe; ihr Vorhandenſein iſt ein Zeichen, daß es an Sauerſtoff fehlt, um die Verweſung zu beginnen oder zu vollenden. An der Luft entfärben ſich dieſe braunen Auflöſungen, unter Aufnahme von Sauerſtoff ſchlägt ſich ein ſchwarzer, kohlenähnlicher Körper, die ſogenannte Humuskohle, nieder.

Denken wir uns einen Boden, durchdrungen von dieſer Subſtanz, ſo muß er auf die Wurzeln einer Pflanze gerade

ſo wirken, als wenn er gänzlich alles Sauerſtoffs unaufhörlich beraubt würde; eine Pflanze wird eben ſo wenig darin wachſen können, als in einer Erde, die man mit Eiſenoxydulhydrat miſcht.

In einem Boden, in einem Waſſer, welches keinen Sauerſtoff enthält, ſterben alle Pflanzen; Mangel an Luft wirkt ganz ähnlich wie ein Uebermaß an Kohlenſäure.

Auf ſumpfigem Boden ſchließt das Waſſer, was nicht wechſelt, die Luft aus; eine Erneuerung des Waſſers wirkt ähnlich wie ein Hinzuführen von Luft, denn das Waſſer enthält Luft in Auflöſung; geben wir dem Waſſer in dem Sumpfe Abzug, ſo geſtatten wir der Luft freien Zutritt, der Sumpf verwandelt ſich in die fruchtbarſte Wieſe.

Ueberreſte von Vegetabilien und Thieren, die ſich in einem Boden befinden, in den die Luft keinen oder nur geringen Zutritt hat, gehen nicht in Verweſung über, eben weil es an Sauerſtoff fehlt; ſie gehen in Fäulniß über, zu deren Einleitung Luft genug ſich vorfindet.

Die Fäulniß kennen wir nun als einen der mächtigſten Desoxydationsproceſſe, deſſen Einfluß ſich auf alles in der Nähe Befindliche, auf Wurzelfaſern und die Pflanzen ſelbſt erſtreckt. Alle Materien, denen Sauerſtoff entzogen werden kann, geben Sauerſtoff an den faulenden Körper ab; gelbes Eiſenoxyd geht in ſchwarzes Eiſenoxyduloxyd, ſchwefelſaures Eiſenoxyd in Schwefeleiſen ꝛc. über.

Die öftere Lufterneuerung, die gehörige Bearbeitung des Bodens, namentlich die Berührung mit alkaliſchen Metalloxyden, mit Braunkohlenaſche, gebranntem oder kohlenſaurem Kalk, ändert die vorgehende Fäulniß in einen reinen Oxydationsproceß um; von dem Augenblick an, wo alle vor-

handenen organiſchen Materien in den Zuſtand der Verweſung übergehen, erhöht ſich die Fruchtbarkeit des Bodens. Der Sauerſtoff wird nicht mehr zur Verwandlung der braunen löslichen Materie in unlösliche Humuskohle verwandt, ſondern er dient zur Bildung von Kohlenſäure.

Dieſe Veränderung geht äußerſt langſam von Statten, nur in ſeltenen Fällen findet ſich dadurch der Sauerſtoff völlig abgeſchloſſen. Unter allen Umſtänden aber, wo es geſchieht, verliert der Boden ſeine Fruchtbarkeit.

In der Nähe von Salzhauſen auf den ſogenannten Grünſchwalheimer Wieſen bemerkt man ſtellenweiſe unfruchtbare Flecken, die mit einem gelblichen Graſe bedeckt ſind. Wird in einen derſelben ein Loch von 20—25 Fuß Tiefe gebohrt, ſo entwickelt ſich daraus ein Strom kohlenſaures Gas mit einer ſo großen Heftigkeit, daß man das Geräuſch beim Ausſtrömen mehrere Schritte davon entfernt deutlich hört. Das von unten in die Höhe ſteigende kohlenſaure Gas verdrängt aus dem Boden alle Luft, und mit derſelben allen Sauerſtoff; aber ohne Sauerſtoff kann ſich kein Samen, keine Wurzelfaſer entwickeln; in Stickgas, in kohlenſaurem Gas allein, vegetirt keine Pflanze.

Inſofern der Humus den Boden an Kohlenſäure bereichert, inſofern die Nahrung, welche er liefert, dazu beiträgt, die Anzahl der Organe der atmoſphäriſchen Ernährung zu vervielfältigen, erhöht ſein Vorhandenſein die Fruchtbarkeit des Bodens. Dies iſt die Wirkung des Humus als Quelle des Kohlenſtoffs der Pflanzen, allein in der Dammerde iſt er begleitet von anderen Beſtandtheilen, welche der Pflanze nicht minder nützlich ſind. Die Dammerde enthält als nie fehlenden Beſtandtheil kohlenſaures Ammoniak, ſie enthält

alle Salze und Alkalien der Pflanze, durch deren Fäulniß und Verwesung sie entstanden ist *).

Für manche Pflanzengattungen, namentlich für diejenigen, welche ihre erste Nahrung von der Substanz der Samen selbst empfangen, Wurzeln und Zwiebelgewächse, ist der Humus völlig entbehrlich, seine Gegenwart ist nützlich, insofern ihre Entwickelung beschleunigt und gesteigert wird, sie ist aber nicht nothwendig; in einer gewissen Beziehung ist ein Uebermaß in dem Anfange der Entwickelung einer Pflanze schädlich.

Die Nahrung, welche die junge Pflanze aus der Luft in der Form von Kohlensäure und Ammoniak aufnehmen kann, ist in gewisse Grenzen eingeschlossen, sie kann nicht mehr assimiliren, als die Luft enthält.

Wenn nun im Anfange ihrer Entwickelung die Anzahl der Triebe, Halme, Zweige und Blätter durch ein Uebermaß von Nahrungsstoff aus dem Boden diese Grenze überschritten hat, wo sie also zur Vollendung ihrer Entwickelung, zur Blüthe und Frucht, mehr Nahrungsstoff in einer gegebenen Zeit aus der Luft bedarf, als diese bieten kann, so wird sie

---

*) Die aus dem Innern eines hohlen Eichstammes genommene Dammerde giebt beim Einäschern $^{41}/_{1000}$ Rückstand, der 24 p. c. lösliche Salze mit alkalischer Basis, 10,5 p. c. phosphorsaure Erden und 10 p. c. kohlensaure Erden enthält. Der wässerige Extract derselben gab 66 p. c. lösliche Salze (de Saussure). Der mit heißem Wasser erhaltene Auszug der Dammerde, die durch Verwesung des Rhododendron ferrugineum entstanden war, giebt von 1000 Theilen 140 Thle Asche, welche enthielt (de Saussure):

Kohlensaures Kali . . .	14
Chlorkalium	23
Schwefelsaures Kali . . .	16
Phosphorsaure Erden . .	17,25
Kohlensaure Erden . . .	21,50
Kieselerde	3,25
Metalloxyde und Verlust .	5,00

nicht zur Blüthe, zur Fruchtbildung gelangen. In vielen Fällen reicht diese Nahrung nur hin, um die Blätter, Halme und Zweige völlig auszubilden.

Es tritt alsdann der nämliche Fall ein, wie bei den Zierpflanzen, wenn man beim Versetzen in größere Töpfe den Wurzeln gestattet, sich zu vergrößern und zu vervielfältigen. Die vorhandene und begrenzte Menge der Nahrung wird zur Vermehrung der Wurzeln und Blätter verwendet; sie treiben, wie man sagt, in's Kraut und kommen nicht zur Blüthe.

Bei dem Zwergobst nehmen wir gerade umgekehrt den Bäumen einen Theil ihrer Zweige und damit ihrer Blätter; wir hindern die Entwickelung neuer Zweige, es wird künstlich ein Ueberschuß von Nahrung geschaffen, die dann zur Vermehrung der Blüthe und Vergrößerung der Frucht von der Pflanze verwendet wird. Das Beschneiden des Weinstocks hat einen ganz ähnlichen Zweck.

Bei allen perennirenden Gewächsen, bei den Sträuchern, Frucht- und Waldbäumen geht nach der völligen Ausbildung der Frucht ein neuer eigenthümlicher Vegetationsproceß an; während bei den einjährigen Pflanzen, von dieser Periode an, die Blätter ihre Farbe wechseln und gelb werden, bleiben die Blätter der Bäume und Sträucher bis zum Anfang des Winters in Thätigkeit. Das Holz wird fester und härter, und vom August an erzeugt sich kein Holz mehr; alle Kohlensäure, die sie aufnehmen und assimiliren, wird zur Erzeugung von Nahrungsstoffen für das künftige Jahr verwendet; anstatt Holzfaser wird jetzt Amylon gebildet und durch den Augustsaft (Sève d'Août) in allen Theilen der Pflanze verbreitet (Hartig, in Erdmann und Schweigger-Seidel's Journal V. 217. 1835). Man kann

durch gute Mikroskope die abgelagerte Stärke, nach den Beobachtungen des Herrn Forstmeisters Heyer, in ihrer bekannten Form in dem Holzkörper sehr leicht erkennen. Die Rinde mancher Espen und Fichten*) ist so reich daran, daß sie durch Zerreiben und Waschen mit Wasser, wie Kartoffelstärke, daraus gewonnen werden kann; sie findet sich ferner in den Wurzeln und Wurzelstöcken perennirender Pflanzen.

Sehr früher Winter oder rascher Temperaturwechsel hindern die Erzeugung dieser Vorräthe von Nahrung für das künftige Jahr, das Holz wird, wie beim Weinstock z. B., nicht reif, seine Entwickelung ist das folgende Jahr in engere Grenzen eingeschlossen.

Aus diesem Amylon entsteht im nächsten Frühjahr der Zucker und das Gummi, und aus diesem wieder die stickstofffreien Bestandtheile der Blätter und jungen Triebe. Mit der Entwickelung der jungen Kartoffelpflanze, mit der Bildung der Keime nimmt der Amylongehalt der Wurzel ab; der Ahornsaft hört auf, süß zu sein, sein Zuckergehalt verliert sich mit der Ausbildung der Knospen, der Blüthe und der Blätter.

Ein Weidenzweig, der durch seinen ganzen Holzkörper eine große Menge Amylonkörnchen in sich schließt, treibt in reinem destillirten oder Regenwasser Wurzeln oder Blätter aber in dem Grade, als sie sich vergrößern, nimmt der Amylongehalt ab; es ist evident, das Amylon ist zur Ausbildung der Wurzeln und Blätter verzehrt worden.

Bei dem Blühen des Zuckerrohrs verschwindet ebenfalls ein Theil des gebildeten Zuckers; und bei den Runkelrüben

*) Aus Fichtenrinde wird zu Zeiten der Noth in Schweden bekanntlich Brot gebacken.

hat man die bestimmte Erfahrung gemacht, daß er sich in der Wurzel erst mit Vollendung der Blattbildung anhäuft.

Diese so wohlbegründeten Beobachtungen entfernen jeden Zweifel über den Antheil, den Zucker, Stärke und Gummi an dem Entwickelungsprocesse der Pflanzen nehmen; es hört auf, räthselhaft zu sein, woher es kommt, daß diese drei Materien der entwickelten Pflanze zugeführt, keinen Antheil an ihrem Wachsthum, an ihrem Ernährungsprocesse nehmen.

Man hat — aber gewiß mit Unrecht — die gegen den Herbst hin sich in den Pflanzen anhäufenden Vorräthe von Stärke mit dem Fett der dem Winterschlaf unterworfenen Thiere verglichen; allein bei diesen sind alle Lebensfunctionen bis auf den Respirationsproceß in einem Zustande der Ruhe; sie bedürfen, wie eine sehr langsam brennende Oellampe, nur einer kohlen- und wasserstoffreichen Materie, um den Verbrennungsproceß in der Lunge zu unterhalten. Mit dem Erwachen aus dem Winterschlaf ist alles Fett verschwunden, es hat nicht zur Ernährung gedient, kein Theil ihres Körpers hat durch das Fett an Masse zugenommen, die Qualität von keinem davon hat eine bemerkbare Veränderung erlitten. Das Fett hatte mit der eigentlichen Ernährung nicht das Geringste zu thun.

Die einjährige Pflanze erzeugt und sammelt die Nahrung der künftigen, auf gleiche Weise wie die perennirende; sie speichert sie im Samen in der Form von vegetabilischem Eiweiß, von Stärkemehl und Gummi auf, sie wird beim Keimen zur Ausbildung der ersten Wurzelfasern und Blätter verwendet; mit dem Vorhandensein dieser Organe fängt die Zunahme an Masse, die eigentliche Ernährung erst an.

Jeder Keim, jede Knospe einer perennirenden Pflanze ist der aufgepfropfte Embryo eines neuen Individuums, die

im Stamme, in der Wurzel aufgespeicherte Nahrung; sie entspricht dem Albumen des Samens.

Nahrungsstoffe in ihrer eigentlichen Bedeutung sind offenbar nur solche Materien, welche, von außen zugeführt, das Leben und alle Lebensfunctionen eines Organismus zu erhalten vermögen, insofern sie von den Organen zur Hervorbringung der ihnen eigenthümlichen Bestandtheile verwendet werden können.

Bei den Thieren entspringt aus dem Blute die Substanz ihrer Muskeln und Nerven; es unterhält durch einen seiner Bestandtheile den Athmungsproceß, durch andere wieder besondere Lebensprocesse, ein jeder Theil des Körpers empfängt Nahrung durch das Blut, allein die Bluterzeugung ist eine Lebensfunction für sich, ohne welche das Leben nicht gedacht werden kann; setzen wir die Organe der Bluterzeugung außer Thätigkeit, führen wir in die Adern eines Thieres Blut von außen zu, so erfolgt der Tod, wenn seine Quantität eine gewisse Grenze überschreitet.

Die kleinsten Theilchen des Zuckers folgen, sich selbst überlassen, der Anziehung einer rein chemischen Kraft, sie krystallisiren; es ist klar, daß das Amylon, die Holzsubstanz weit höher organisirte Verbindungen sind, als der Zucker, denn sie besitzen eine Form, die ihnen von der Cohäsionskraft allein nicht gegeben werden konnte; wir können uns denken, daß Amylon und Holzsubstanz zuerst Gummi oder Zucker waren, daß beide aus Zucker entstanden sind, allein zur Verwandlung des Zuckers in Amylon gehören noch andere Bedingungen, sie findet nicht statt, wenn diese fehlen.

Neben der Stärke, dem Zucker und Gummi müssen in einer Pflanze aber noch andere Materien vorhanden sein, wenn sie überhaupt an der Entwickelung des Keims, der ersten Wurzelfasern und Blätter Antheil nehmen sollen.

Ein Samenkorn enthält in seiner eigenen Masse unzweifelhaft die Bestandtheile des Keims und der ersten Wurzelfasern.

Wenn wir diese Bestandtheile mit Stärke und Kleber bezeichnen, so ist klar, daß keiner davon allein, sondern beide zugleich an der Keim- und Wurzelbildung Antheil nehmen, denn bei Gegenwart von Luft, Feuchtigkeit und einer angemessenen Temperatur erleiden sie beide eine Metamorphose.

Die Stärke verwandelt sich in Zucker, der Kleber nimmt ebenfalls eine neue Form an, beide erhalten die Fähigkeit, sich zu lösen, d. h. einer jeden Bewegung zu folgen.

Beide werden zur Bildung der Wurzelfasern und ersten Blätter völlig aufgezehrt, ein Ueberschuß von dem einen würde ohne die Gegenwart einer entsprechenden Menge von dem andern zur Blattbildung, oder überhaupt nicht verwendet werden können.

Man schreibt bekanntlich die Verwandlung der Stärke in Zucker bei dem Keimen der Getreidekörner einer eigenthümlichen Materie, der Diastase, zu, die sich durch den Act der beginnenden Vegetation erzeugt; aber durch Kleber allein kann ihre Wirkungsweise, obwohl erst in längerer Zeit, ersetzt werden; jedenfalls enthält der gekeimte Samen bei weitem mehr davon, als zur Umwandlung der Stärke in Zucker nöthig war, denn man kann mit einem Theile gekeimter Gerste ein 5mal größeres Gewicht Stärke noch in Zucker überführen.

Gewiß wird man diesen Ueberschuß von Diastase nicht für zufällig ansehen können, eben weil sie selbst neben der Stärke Antheil an der Bildung der ersten Organe nimmt, sie verschwindet mit dem Zucker.

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die Nahrungsstoffe der Pflanzen; Stärke, Zucker oder Gummi dienen,

wenn ſie begleitet ſind von einer ſtickſtoffhaltigen Subſtanz, dem Embryo zur erſten Entfaltung ſeiner Ernährungsorgane.

Die Ernährung des Fötus, die Entwickelung des Eies geſchieht in anderer Weiſe, als die des Thieres, was ſeine Mutter verlaſſen hat; der Abſchluß der Luft, der das Leben des Fötus nicht gefährdet, würde den Tod des Thieres bewirken; ſo iſt denn auch reines Waſſer für das Gedeihen der jungen Pflanze zuträglicher, als ein an Kohlenſäure reiches; aber nach einem Monat iſt das Verhältniß umgekehrt (Sauſſure).

Die Bildung des Zuckers in den Ahornarten geht nicht in den Wurzeln, ſondern in dem Holzkörper vor ſich. Der Zuckergehalt des Saftes nimmt zu, wenn er bis zu einer gewiſſen Höhe in dem Stamme ſteigt; über dieſen Punkt hinaus bleibt er unverändert.

Aehnlich wie in der keimenden Gerſte eine Materie gebildet wird, durch deren Berührung mit Amylon das letztere ſeine Unauflöslichkeit verliert und in Zucker übergeht, ſo muß in den Wurzeln des Ahorns mit dem Beginn einer neuen Vegetation eine Subſtanz erzeugt werden, die im Waſſer gelöſ't, in ihrem Wege durch den Holzkörper die Verwandlung der dort abgelagerten Stärke, oder was es ſonſt noch ſein mag, in Zucker bewirkt; es iſt ſicher, daß wenn ein Loch oberhalb der Wurzeln in den Stamm gebohrt, mit Zucker gefüllt und wieder verſchloſſen wird, daß derſelbe in dem aufſteigenden Safte ſich löſen wird; es iſt ferner möglich, daß dieſer Zucker auf eine ähnliche Weiſe wie der im Stamm gebildete verwendet werden wird, jedenfalls bleibt es gewiß, das Hinzuführen dieſes Zuckers wird die Wirkung des Saftes auf das Amylon nicht hindern, und da ein größeres Verhältniß davon vorhanden iſt, als das Blatt oder

die Knospe bedürfen, so wird er auf der Oberfläche der Blätter oder durch die Rinde wieder abgeschieden werden. Gewisse Krankheiten von Bäumen, der sogenannte Honigthau, rühren offenbar von einem Mißverhältniß in der Menge der zugeführten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe her.

Bei der Betrachtung der einzelnen Organe einer Pflanze finden wir jede Faser, jedes Holztheilchen umgeben mit einem Safte, welcher eine stickstoffhaltige Materie enthält, die Stärkekörnchen in den Getreidesamen finden sich in Zellen eingeschlossen, gebildet von einer stickstoffhaltigen Substanz; überall in allen Säften in den Früchten und Blüthen finden wir eine stickstofffreie Materie, begleitet von einer stickstoffhaltigen.

In den Blättern kann das Holz des Stammes als Holz nicht gebildet werden, sie müssen die Fähigkeit haben, eine Materie zu erzeugen, die geeignet ist, in Holz überzugehen, und diese muß in gelöst'em Zustande stets begleitet sein von einer stickstoffhaltigen Verbindung; es ist höchst wahrscheinlich, daß sich Holz und Pflanzenalbumin, Amylon und Zelle gleichzeitig und zwar neben einander bilden, und in diesem Falle ist ein bestimmtes Verhältniß von beiden eine Bedingung ihrer Entstehung.

Wir finden in der Knospe, in dem jungen Blatte Salze mit alkalischen Basen, wir finden die stickstoffhaltigen Bestandtheile stets begleitet von phosphorsauren Salzen, und wir müssen annehmen, daß auch sie in den Lebensfunktionen der Pflanze eine gewisse Rolle spielen.

Wir können uns denken, daß ohne die Gegenwart gewisser Bodenbestandtheile, sich in dem Organismus der Pflanze kein Stickstoff und schwefelhaltiger Bestandtheil findet, daß

ohne dieſe und ohne die Gegenwart der alkaliſchen Baſen, keine Kohlenſäure aufgenommen und zerlegt wird.

Alles Uebrige gleichgeſetzt, wird hiernach nur eine dem Stickſtoffgehalt entſprechende Quantität der von den Blättern erzeugten Subſtanzen aſſimilirbar ſein; fehlt es an Stickſtoff, ſo wird eine gewiſſe Menge ſtickſtofffreier Subſtanz in irgend einer Form nicht verwendet und als Excremente der Blätter, Zweige, Rinden und Wurzeln abgeſchieden werden.

Die Ausſchwitzungen geſunder, kräftiger Pflanzen von Mannit, von Gummi und Zucker können keiner andern Urſache zugeſchrieben werden*).

Es tritt hier ein ähnlicher Fall ein, wie bei der Verdauung im menſchlichen Organismus; wenn jedem Theil des Körpers erſetzt werden ſoll, was er durch Reſpiration und Secretionsproceſſe verliert, ſo muß den Organen der Verdauung ein beſtimmtes Verhältniß von ſtickſtofffreien und ſtickſtoffhaltigen Nahrungsmitteln, begleitet von gewiſſen Mineralſubſtanzen, die ihren Uebergang in Blut vermitteln, dargeboten werden. Iſt die Quantität der zugeführten ſtick-

*) Herr Advocat Trapp in Gießen beſitzt eine wohlriechende Volkamerie (Clerodendron fragrans), in deren Blattdrüſen im September, wo ſie im Zimmer vegetirte, große farbloſe Tropfen ausſchwitzten, die zu den regelmäßigſten Kryſtallen von Kandis-Zucker eintrockneten; es iſt mir nicht bekannt, ob der Saft dieſer Pflanze Zucker enthält. So hat ferner Langlois vor Kurzem beobachtet (Ann. de chimie et de phys. III. Serie. Tom. VII. pag. 348.), daß während der großen Trockenheit im Sommer 1842 die Oberfläche der Blätter der Lindenbäume ſich mit einem dicken ſüßen Liquidum bedeckten, welches in manchen Stunden des Tages in ſo großer Menge vorhanden war, daß es in der Form eines Regens herabfiel. Leicht hätten von einem mäßigen Lindenbaume mehrere Kilogramme gewonnen werden können. Dieſer ſüße Saft enthielt vorzüglich Traubenzucker und Mannit.

stofffreien Substanzen überwiegend, so werden sie entweder zur Fettbildung verwendet oder sie gehen unverändert durch den Organismus hindurch. Man beobachtet dies namentlich bei Menschen, die sich beinahe ausschließlich von Kartoffeln nähren; ihre Excremente enthalten eine große Menge ganz unveränderter Stärkemehlkörnchen.

Unter diesem Gesichtspunkte wird es einleuchtend, wie sehr sich die in einer Pflanze erzeugten Producte, je nach dem Verhältniß der zugeführten Nahrungsstoffe, ändern können. Ein Ueberfluß an Kohlenstoff, in der Form von Kohlensäure durch die Wurzeln zugeführt, wird bei Mangel an Stickstoff weder in Kleber, noch in Eiweiß, noch in Holz übergehen; er wird als Zucker, Amylon, Oel, Wachs, Harz, Mannit, Gummi, in der Form also eines Excrementes, abgeschieden werden, oder mehr oder weniger weite Zellen und Gefäße füllen.

Bei einem Ueberschuß stickstoffhaltiger Nahrung wird sich bei Vereinigung gewisser anderer Bedingungen der Kleber, der Gehalt von vegetabilischem Eiweiß vermehren, es werden Ammoniaksalze in den Säften bleiben, wenn, wie beim Anbau der Runkelrüben, ein sehr stickstoffreicher Dünger dem Boden gegeben, oder die Functionen der Blätter unterdrückt werden, indem man die Pflanze ihrer Blätter beraubt.

Wir wissen in der That, daß die Ananas im wilden Zustande kaum genießbar ist, daß sie bei reichlichem thierischen Dünger eine Masse von Blättern treibt, ohne daß die Frucht deshalb an Zucker zunimmt; daß der Stärkegehalt der Kartoffeln in einem humusreichen Boden wächst, daß bei kräftigem animalischen Dünger die Anzahl der Zellen zunimmt, während sich der Amylongehalt vermindert; in dem erstern Falle besitzen sie eine mehlige, in

dem andern eine seifige Beschaffenheit. Die Runkelrüben, auf magerm Sandboden gezogen, enthalten ein Maximum von Zucker und kein Ammoniaksalz, und in gedüngtem Lande verliert die Teltower Rübe ihre mehlige Beschaffenheit, denn in diesem vereinigen sich alle Bedingungen für Zellenbildung.

Eine abnorme Production von gewissen Bestandtheilen der Pflanzen setzt in den Blättern eine Kraft und Fähigkeit der Assimilation voraus, die wir mit einer gewöhnlichen, selbst der mächtigsten chemischen Action nicht vergleichen können. Man kann sich in der That keine geringe Vorstellung davon machen, denn sie übertrifft an Stärke die mächtigste galvanische Batterie, mit der wir nicht im Stande sind, den Sauerstoff aus der Kohlensäure auszuscheiden. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, seine Fähigkeit, das Wasser im Sonnenlicht zu zerlegen und den Sauerstoff daraus zu entwickeln, ist für nichts zu achten gegen die Kraft und Energie, mit welcher ein von der Pflanze getrenntes Blatt das aufgesaugte kohlensaure Gas zu zerlegen vermag.

In der lebendigen Pflanze, in dem Samen und dem Keime ist eine von allen anderen Kräften verschiedene Ursache der Zunahme und Vergrößerung an Masse vorhanden, allein sie zeigt sich in ihrer Thätigkeit nur bei Mitwirkung der Wärme oder des Lichts.

Wir sehen im Frühling, wenn die Sonnenwärme die Erde durchdringt, daß die Spargelpflanze ohne alle Mitwirkung des Lichts viele Fuß lange Keime treibt. Aber die Bestandtheile dieser Keime waren Bestandtheile der Wurzel. Eine Verwandlung vorhandener Verbindungen in neue Producte, ihr Uebergang in neue Formen, kann ohne

Licht, wiewohl nicht ohne Wärme, vor sich gehen, allein hiermit ist keine wahre Zunahme an Masse, keine Vergrößerung in der Kohlenstoffmenge verbunden. Diese findet nur Statt unter dem Einfluß des Lichts.

Die gewöhnliche Meinung, daß nur das direct einfallende Sonnenlicht die Zerlegung der Kohlensäure in den Blättern der Pflanzen zu bewirken vermöge, daß das reflectirte oder Tageslicht die Fähigkeit nicht besitzt, ist ein sehr verbreiteter Irrthum, denn in einer Menge Pflanzen erzeugen sich absolut die nämlichen Bestandtheile, gleichgültig, ob sie vom Sonnenlichte getroffen werden, oder ob sie im Schatten wachsen, sie bedürfen des Lichtes und zwar des Sonnenlichtes, aber es ist für ihre Functionen durchaus gleichgültig, ob sie die Strahlen der Sonne direct erhalten oder nicht. Ihre Functionen gehen nur mit weit größerer Energie und Schnelligkeit im Sonnenlichte als im Tageslichte oder im Schatten vor sich; es kann keine andere Verschiedenheit hier gedacht werden, als bei ähnlichen Wirkungen, welche das Licht auf chemische Verbindungen zeigt, und diese Verschiedenheit wird bemerkbar durch einen höhern oder niedrigern Grad der Beschleunigung der Action.

Chlor und Wasserstoff vereinigen sich beide zu Salzsäure; im gewöhnlichen Tageslichte geht die Verbindung in einigen Stunden, im Sonnenlichte augenblicklich mit einer gewaltsamen Explosion vor sich, in völliger Dunkelheit beobachtet man nicht die geringste Veränderung.

Das Oel des ölbildenden Gases liefert mit Chor in Berührung im Sonnenlichte augenblicklich Chlorkohlenstoff, im gewöhnlichen Tageslichte kann der letztere ebenfalls mit derselben Leichtigkeit erhalten werden, es gehört dazu nur eine längere Zeit. Während man bei diesem Ver-

ſuche, wenn er im Sonnenlichte angeſtellt wird, nur zwei Producte bemerkt (Salzſäure und Chlorkohlenſtoff), beobachtet man bei der Einwirkung im Tageslichte eine Reihe von Zwiſchenſtufen, von Verbindungen nämlich, deren Chlorgehalt beſtändig zunimmt, bis zuletzt das ganze Oel in zwei Producte zerfällt, die mit denen im Sonnenlichte erhaltenen abſolut identiſch ſind. Im Dunkeln beobachtet man auch hier nicht die geringſte Zerſetzung. Salpeterſäure zerlegt ſich im gewöhnlichen Tageslichte in Sauerſtoffgas und ſalpetrige Säure, Chlorſilber ſchwärzt ſich im Tageslichte ſo gut wie im Sonnenlichte, kurz alle Actionen ganz ähnlicher Art nehmen im Tageslichte dieſelbe Form an wie im Sonnenlichte, nur in der Zeit, in der es geſchieht, bemerkt man einen Unterſchied. Bei den Pflanzen kann es nicht anders ſein; bis auf einige Paraſiten, die den Kohlenſtoff nicht oder nur theilweiſe aus der erſten Quelle empfangen, iſt die Art ihrer Ernährung bei allen dieſelbe, und ihre Beſtandtheile beweiſen es, daß die Nahrungsſtoffe abſolut dieſelbe Veränderung erlitten haben*).

Was wir alſo an Kohlenſäure einer Pflanze auch zuführen mögen, wenn ihre Quantität nicht mehr beträgt, als was von den Blättern zerſetzbar iſt, ſo wird ſie eine Meta-

*) Die Unmöglichkeit, Mooſe und andere Cryptogamen zum Blühen und Samentragen in gewöhnlichem Tageslichte zu bringen, brachte Herrn Möllner, einen trefflichen Botaniker und Chemiker in Darmſtadt, auf die Vorſtellung, daß das durch die Blätter der Waldbäume gebrochene grüne Licht eine nothwendige Bedingung ihres Lebens ſei. Er pflanzte die mannigfaltigſten Arten dieſer Gewächſe in Walderde, in kleinen Glasröhren, bedeckte ſie mit einer Glocke von grünem Glaſe und ſah ſeine Vorausſetzung durch den Verſuch mit dem ſchönſten Erfolge gekrönt. Alle dieſe zierlichen Gewächſe entwickelten ſich unter dieſen Umſtänden mit der größten Ueppigkeit, ſie ſetzten Blüthen und fruchtbaren Samen an.

morphoſe erleiden. Wir wiſſen, daß ein Uebermaß an Kohlenſäure die Pflanze tödtet, wir wiſſen aber auch, daß der Stickſtoff bis zu einem gewiſſen Grade unweſentlich für die Zerſetzung der Kohlenſäure iſt.

Alle bis jetzt angeſtellten Verſuche beweiſen, daß friſche Blätter, von der Pflanze getrennt, in einem Waſſer, welches Kohlenſäure enthält, Sauerſtoffgas im Sonnenlichte entwickeln, während die Kohlenſäure verſchwindet.

In dieſen Verſuchen iſt alſo mit der Kohlenſäure kein Stickſtoff gleichzeitig zugeführt worden, und man kann hieraus keinen andern Schluß ziehen, als den, daß zur Zerſetzung der Kohlenſäure, alſo zur Ausübung von einer ihrer Functionen, keine gleichzeitige Zufuhr von Stickſtoff erforderlich iſt, wenn auch für die Aſſimilation der durch die Zerſetzung der Kohlenſäure neugebildeten Producte, um Beſtandtheile gewiſſer Organe der Pflanzen zu werden, die Gegenwart einer ſtickſtoffhaltigen Subſtanz unentbehrlich zu ſein ſcheint.

Der aus der Kohlenſäure aufgenommene Kohlenſtoff hat in den Blättern eine neue Form angenommen, in der er löslich und überführbar in alle Theile der Pflanze iſt. Wir bezeichnen dieſe Form mit Zucker, wenn die Producte ſüß ſchmecken, und mit Gummi oder Schleim, wenn ſie geſchmacklos ſind, ſie heißen Excremente, wenn ſie durch die Wurzeln (Haare und Drüſen der Blätter ꝛc.) abgeführt werden.

Es iſt hieraus klar, daß, je nach den Verhältniſſen der gleichzeitig zugeführten Nahrungsſtoffe, die Menge und Qualitäten der durch den Lebensproceß der Pflanzen erzeugten Stoffe wechſeln werden.

Im freien wilden Zuſtande entwickeln ſich alle Theile

einer Pflanze je nach dem Verhältniſſe der Nahrungsſtoffe, die ihr vom Standorte dargeboten werden; ſie bildet ſich auf dem magerſten, unfruchtbarſten Boden eben ſo vollkommen aus, wie auf dem fetteſten und fruchtbarſten; nur in ihrer Größe und Maſſe, in der Anzahl der Halme, Zweige, Blätter, Blüthen oder Früchte beobachtet man einen Unterſchied.

Während auf einem fruchtbaren Boden alle ihre einzelnen Organe ſich vergrößern, vermindern ſie ſich auf einem andern, wo ihr die Materien minder reichlich zufließen, die ſie zu ihrer Bildung bedarf; ihr Gehalt an ſtickſtoffhaltigen oder ſtickſtofffreien Beſtandtheilen ändert ſich mit der überwiegenden Menge ſtickſtoffhaltiger und ſtickſtofffreier Nahrungsmittel.

Die Entwickelung der Halme und Blätter, der Blüthen und Früchte iſt an beſtimmte Bedingungen geknüpft, deren Kenntniß uns geſtattet, einen gewiſſen Einfluß auf ihren Gehalt an gewiſſen Beſtandtheilen, ſowie auf die Hervorbringung eines Maximums an Maſſe auszuüben.

Die Ausmittelung dieſer Bedingungen iſt die Aufgabe des Naturforſchers; aus ihrer Kenntniß müſſen die Grundſätze der Land- und Forſtwirthſchaft entſpringen.

Es giebt kein Gewerbe, was ſich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menſchen und Thiere vergleichen läßt; in ihm liegt die Grundlage des Wohlſeins, die Entwickelung des Menſchengeſchlechts, die Grundlage des Reichthums der Staaten, er iſt die Grundlage aller Induſtrie.

In keinem andern Gewerbe iſt die Anwendung richtiger Principien von wohlthätigeren Folgen, von größerm und bemerkbarerm Einfluß, und es muß um ſo räthſelhafter und unbegreiflicher erſcheinen, wenn man in den Schriften der

Agronomen vergebens nach einem leitenden Grundſatz ſich umſieht.

An allen Orten, in allen Gegenden wechſeln die Methoden des Feldbaues, und wenn man nach den Urſachen dieſer Abweichung fragt, ſo erhält man die Antwort, ſie hängen von Umſtänden ab (les circonstances font les assolemens), es giebt keine Antwort, in der ſich die Unwiſſenheit offenbarer ausſpricht.

Neben gleichen allgemeinen Bedingungen des Wachsthums aller Vegetabilien, der Feuchtigkeit, des Lichtes, der Wärme und der Beſtandtheile der Atmoſphäre, giebt es beſondere, welche auf die Entwickelung der Pflanzen einen ausgezeichneten Einfluß ausüben. Dieſe beſonderen Bedingungen liegen im Boden, oder ſie werden ihnen gegeben in der Form von Stoffen, die man mit dem allgemeinen Namen Dünger bezeichnet.

Was enthält aber der Boden, was enthalten die Stoffe, die man Dünger nennt? Vor der Ausmittelung dieſer Fragen kann an eine rationelle Land- und Forſtwirthſchaft nicht gedacht werden.

Zur vollſtändigen Löſung dieſer Fragen werden die Kräfte und Kenntniſſe des Pflanzenphyſiologen, des Agronomen und Chemikers in Anſpruch genommen.

Die Aufgabe der Cultur iſt im Allgemeinen die vortheilhafteſte Hervorbringung gewiſſer Qualitäten, oder eines Maximums an Maſſe von gewiſſen Theilen oder Organen verſchiedenartiger Pflanzen, ſie wird gelöſ't durch die Anwendung der Kenntniß derjenigen Stoffe, die zur Ausbildung dieſer Theile oder Organe unentbehrlich ſind, oder der zur Hervorbringung dieſer Qualitäten erforderlichen Bedingungen.

Die Geſetze einer rationellen Cultur müſſen uns in den

Stand ſetzen, einer jeden Pflanze dasjenige zu geben, was ſie zur Erreichung ihrer Zwecke vorzugsweiſe bedarf.

Die Cultur beabſichtigt im Beſonderen eine abnorme Entwickelung und Erzeugung von gewiſſen Pflanzentheilen oder Pflanzenſtoffen, die zur Ernährung der Thiere und Menſchen, oder für die Zwecke der Induſtrie verwendet werden.

Je nach dieſen Zwecken ändern ſich die Mittel, welche zu ihrer Ernährung dienen.

Die Mittel, welche die Cultur anwendet, um feines, weiches, biegſames Stroh für Florentiner-Hüte zu erzeugen, ſind denen völlig entgegengeſetzt, die man wählen muß, um ein Maximum von Samen durch die nämliche Pflanze hervorzubringen. Ein Maximum von Stickſtoff in dieſen Samen bedarf wieder der Erfüllung anderer Bedingungen, man hat wieder andere zu berückſichtigen, wenn man dem Halme die Stärke und Feſtigkeit geben will, der er bedarf, um das Gewicht der Aehre zu tragen.

Man verfährt in der Cultur der Gewächſe auf eine ganz ähnliche Weiſe wie bei den Thieren, die man mäſten will; das Fleiſch der Hirſche, Rehe, überhaupt der wilden Thiere, iſt gewöhnlich wie das Muskelfleiſch der Araber vollkommen fettlos, ſie enthalten nur geringe Menge davon. Die Production von Fett und Fleiſch kann geſteigert werden, alle Hausthiere ſind reich an Fett. Wir geben den Thieren Nahrungsmittel, welche die Thätigkeit gewiſſer Organe erhöhen, und einer Metamorphoſe in Fett fähig ſind. Wir ſteigern die Quantität der Nahrungsſtoffe, oder wir vermindern durch Mangel an Bewegung den Reſpirationsproceß und die Exhalationsproceſſe.

Eine Erhöhung oder Verminderung der Lebensthätigkeit iſt bei den Vegetabilien allein abhängig von Wärme und

Sonnenlicht, über die wir nicht willkürlich verfügen können; es bleibt uns nur die Zuführung von Stoffen gestattet, welche geeignet sind, durch die vorhandene Thätigkeit von den Organen der Pflanzen assimilirt zu werden.

Welche sind nun zuletzt diese Stoffe?

Sie sind leicht durch eine Untersuchung eines Bodens zu ermitteln, welcher unter den gegebenen kosmischen und atmosphärischen Bedingungen unter allen Umständen fruchtbar ist; es ist klar, daß die Kenntniß seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung uns in den Stand setzen muß, die Bedingungen zu ermitteln, unter welchen ein starker Boden fruchtbar wird.

Die Ausmittelung der Bedingungen, die in seiner Beschaffenheit liegen, gehört dem Agronomen an, die seiner Zusammensetzung hat der Chemiker zu lösen. Von der letztern kann allein nur die Rede sein.

Die Ackererde ist durch die Verwitterung von Felsarten entstanden, von den vorwaltenden Bestandtheilen dieser Felsart sind ihre Eigenschaften abhängig. Mit Sand, Kalk und Thon bezeichnen wir diese vorwaltenden Bestandtheile der Bodenarten.

Reiner Sand, reiner Kalkstein, in denen außer Kieselsäure oder kohlensaurem oder kieselsaurem Kalk andere anorganische Bestandtheile fehlen, sind absolut unfruchtbar.

Von fruchtbarem Boden macht aber unter allen Umständen der Thon einen nie fehlenden Bestandtheil aus.

Wo stammt nun der Thon der Ackererde her? welches sind die Bestandtheile desselben, welche Antheil an der Vegetation nehmen?

Der Thon stammt von der Verwitterung thonerdehaltiger Mineralien, unter denen die verschiedenen Feldspathe der

(gewöhnliche) Kalifeldſpath, der Natronfeldſpath (Albit), der Kalkfeldſpath (Labrador), Glimmer und Zeolithe die verbreitetſten unter denen ſind, welche verwittern.

Dieſe Mineralien ſind Gemengtheile des Granits, Gneußes, Glimmerſchiefers, Porphyrs, Thonſchiefers, der Grauwacke, der vulkaniſchen Gebirgsarten, des Baſalts, Klingſteins, der Lava.

Als die äußerſten Glieder der Grauwacke haben wir reinen Quarz, Thonſchiefer und Kalk, bei den Sandſteinen Quarz und Letten. In dem Uebergangskalk, in den Dolomiten haben wir Einmengungen von Thon, von Feldſpath, Feldſteinporphyr, Thonſchiefer; der Zechſtein iſt ausgezeichnet durch ſeinen Thongehalt. Der Jurakalk enthält 3—20, in der würtembergiſchen Alp 45—50 p. c. Thon. Der Muſchel- und Grobkalk iſt mehr oder weniger reich an Thon.

Man beobachtet leicht, daß die thonerdehaltigen Foſſilien die verbreitetſten an der Erdoberfläche ſind; wie ſchon erwähnt, fehlt der Thon niemals im fruchtbaren, und nur dann im culturfähigen Lande, wenn gewiſſe Beſtandtheile deſſelben durch andere Quellen erſetzt ſich finden. In dem Thon muß an und für ſich eine Urſache vorhanden ſein, welche Einfluß auf das Leben der Pflanze ausübt, welche directen Antheil an ihrer Entwickelung nimmt.

Dieſe Urſache iſt ſein Gehalt an Alkalien, alkaliſchen Erden, an phosphorſauren und ſchwefelſauren Salzen.

Die Thonerde nimmt an der Vegetation nur indirect, durch ihre Fähigkeit, Waſſer und Ammoniak anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil; nur in höchſt ſeltenen Fällen findet ſich Thonerde in den Pflanzenaſchen, in ſehr vielen findet ſich aber Kieſelerde, welche in den meiſten Fäl-

len nur durch Vermittelung von Alkalien in die Pflanze gelangt *).

Um sich einen bestimmten Begriff von dem Gehalt des Thons an Alkalien zu machen, muß man sich erinnern, daß der Feldspath 17¾ p. c. Kali, der Albit 11,43 Natron, der Glimmer 3—5 p. c., die Zeolithe zusammen 13—16 p. c. an Alkalien enthalten **).

Aus den zuverlässigen Analysen von Ch. Gmelin, Löwe, Fricke, Meyer, Redtenbacher weiß man, daß die Klingsteine, Basalte zwischen ¾ bis 3 p. c. Kali und 5—7 p. c. Natron, der Thonschiefer 2,75—3,31 Kali, daß der Letten 1½—4 p. c. Kali enthält.

Berechnet man bei Zugrundelegung des specifischen Gewichtes, wie viel Kali eine Bodenschicht enthält, welche aus der Verwitterung eines Morgens (2500 □Meter) einer 20 Zoll dicken Lage einer dieser Felsarten entstanden ist, so ergiebt sich, daß diese Bodenschicht an Kali enthält:

aus Feldspath entstanden	1,152000 Pfd.
aus Klingstein	200000—400000 »
aus Basalt	47500— 75000 »
aus Thonschiefer	100000—200000 »
aus Letten	87000—300000 »

Die Alkalien (Kali oder Natron) fehlen in keinem Thon; in allen Thonarten, die man auf Alkalien untersucht hat, sind diese Bestandtheile gefunden worden: in dem Thon

*) Thonerdehydrat dem Humusextracte beigemischt, entzieht diesem augenblicklich alle färbende Materie und macht sie unauflöslich (Wiegmann und Polstorf, S. 54).

**) Alle Kalifeldspathe enthalten nach neueren Untersuchungen Natron, alle Natronfeldspathe enthalten gleichzeitig Kali.

der Uebergangsgebirge des Flötzgebirges, so wie in den jüngsten Bildungen der Umgebungen von Berlin kann man durch bloßes Eintrocknen mit Schwefelsäure, durch die Bildung von Alaun (nach Mitscherlich) den Kaligehalt nachweisen, und allen Alaun-Fabrikanten ist es wohl bekannt, daß alle ihre Laugen eine gewisse Quantität Alaun fertig gebildet enthalten, dessen Kali aus der thonreichen Asche der Braun- und Steinkohlen herrührt.

Ein Tausendtheil Letten, dem Quarz im bunten Sandstein oder dem Kalk in den verschiedenen Kalkformationen beigemengt, giebt einem Boden von nur 20 Zoll Tiefe so viel Kali, daß ein Fichtenwald auf diesem Boden ein ganzes Jahrhundert lang damit versehen werden kann.

Ein einziger Cubicfuß Feldspath kann eine Waldfläche mit Laubholz von 2500 □ Meter Fläche 5 Jahre lang mit Kali versehen.

Ein Boden, welcher ein Maximum von Fruchtbarkeit besitzt, enthält den Thon gemengt mit anderen verwitterten Gesteinen, mit Kalk und Sand in einem solchen Verhältniß, daß er der Luft und Feuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade leichten Eingang verstattet.

Der Boden in der Nähe und Umgebung des Vesuvs läßt sich als der Typus der fruchtbarsten Bodenarten betrachten; je nach dem Verhältniß, als der Thon oder Sand darin zu- oder abnimmt, verringert sich der Grad seiner Fruchtbarkeit.

Dieser aus verwitterter Lava entstandene Boden kann seinem Ursprung nach nicht die kleinste Spur einer vegetabilischen Materie enthalten; Jedermann weiß, daß, wenn die vulkanische Asche eine Zeitlang der Luft und dem Ein-

fluß der Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen ist, alle Vegetabilien darin in der größten Ueppigkeit und Fülle gedeihen.

Die Bedingungen dieser Fruchtbarkeit sind nun die darin enthaltenen Alkalien, alkalischen Basen und die Kieselerde, welche nach und nach durch die Verwitterung die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Bei allen Gesteinen und Gebirgsarten sind Jahrtausende erforderlich gewesen, um sie in den Zustand der Ackererde überzuführen; die Grenze der Verwitterung des Thons, d. h. die völlige Entziehung alles Alkali's, wird noch eben so viele Jahrtausende erfordern.

Wie wenig das Regenwetter aus dem Boden in Jahresfrist aufzulösen vermag, sehen wir an der Zusammensetzung des Flußwassers, des Wassers der Bäche und Quellen; es sind dies gewöhnlich weiche Wasser, und der nie fehlende Kochsalzgehalt auch der weichsten Wasser beweis't, daß dasjenige an alkalischen Salzen, was durch Flüsse und Ströme dem Meere zufließt, durch Seewinde und Regen dem Lande wieder zurückgebracht wird.

Denken wir uns einen Boden, der aus den Bestandtheilen des Granits, der Grauwacke, des Zechsteins, Porphyrs ꝛc. durch Verwitterung entstanden ist und auf dem seit Jahrtausenden die Vegetation nicht gewechselt hat; er wird ein Magazin von Alkalien in einem von den Wurzeln der Pflanze assimilirbaren Zustande enthalten.

Die schönen Versuche von Struve haben dargethan, daß ein kohlensäurehaltiges Wasser die Gebirgsarten, welche Alkalien enthalten, zerlegt, daß es einen Gehalt von kohlensaurem Alkali empfängt. Es ist klar, daß die Pflanzen selbst, insofern ihre Ueberreste durch Verwesung Kohlensäure erzeugen, insofern ihre Wurzeln im lebenden Zustande Säu-

ren ausschwitzen, nicht minder kräftig dem Zusammenhange der Gebirgsarten entgegenwirken.

Neben der Einwirkung der Luft, des Wassers und Temperaturwechsels sind die Pflanzen selbst die mächtigsten Ursachen der Verwitterung.

Luft, Wasser, Temperaturwechsel bewirken die Vorbereitung der Felsarten zu ihrer Aufschließung, d. h. zur Auflösung der darin enthaltenen Alkalien durch die Pflanzen.

Auf einem Boden, welcher Jahrhunderte lang allen Ursachen der Verwitterung ausgesetzt gewesen ist, von dem aber die aufgeschlossenen Alkalien nicht fortgeführt wurden, werden alle Vegetabilien, die zu ihrer Entwickelung beträchtliche Mengen Alkalien bedürfen, eine lange Reihe von Jahren hindurch hinreichende Nahrung finden, allein nach und nach muß er erschöpft werden, wenn das Alkali, was ihm entzogen wurde, nicht wieder ersetzt wird; es muß ein Punkt eintreten, wo er von Zeit zu Zeit der Verwitterung wieder ausgesetzt werden muß, um einer neuen Ernte Vorrath von auflösbaren Alkalien zu geben.

So wenig Alkali es auch im Ganzen betragen mag, was die Pflanzen bedürfen, sie kommen ohne dieses Alkali nicht zur Entwickelung; sie können es nicht entbehren.

Nach einem Zeitraume von einem oder mehreren Jahren, während welcher Zeit das Alkali dem Boden nicht entzogen wird, kann man wieder auf eine neue Ernte rechnen.

Die ersten Colonisten fanden in Virginien einen Boden von der obenerwähnten Beschaffenheit vor; ohne Dünger erntete man auf einem und demselben Felde ein ganzes Jahrhundert lang Weizen oder Tabak, und jetzt sieht man ganze Gegenden verlassen und in unfruchtbares Weideland verwandelt, was kein Getreide, keinen Tabak mehr ohne Dünger

hervorbringt. Einem Morgen von dieſem Lande wurden aber in 100 Jahren in den Blättern, dem Korn und Stroh über 1200 Pf. an Alkalien und Salzen mit alkaliſcher Baſis entzogen: er wurde unfruchtbar, weil der aufgeſchloſſene Boden gänzlich ſeines aſſimilirbaren Alkali's beraubt war und weil dasjenige, was im Zeitraum von einem Jahre durch den Einfluß der Witterung zur Aufſchließung gelangte, nicht hinreichte, um die Bedürfniſſe der Pflanze zu befriedigen.

In dieſem Zuſtande befindet ſich im Allgemeinen alles Culturland in Europa. Die Brache iſt die Zeit der Verwitterung.

Man giebt ſich einer unbegreiflichen Täuſchung hin, indem man dem Verſchwinden des Humusgehaltes in dieſem Boden zuſchreibt, was eine bloße Folge der Entziehung von Alkalien und gewiſſen Bodenbeſtandtheilen iſt.

Man verſetze ſich in die Umgebungen Neapels, welche bekannt ſind als fruchtbares Getreideland; die Ortſchaften und Dörfer liegen 6—8 Stunden von einander, von Wegen iſt in dieſen Gegenden keine Rede, noch viel weniger von Dünger; ſeit Jahrtauſenden wird auf dieſen Feldern Getreide gezogen, ohne daß dem Boden wiedergegeben wird, was man ihm jährlich nimmt. Wie kann man unter ſolchen Verhältniſſen dem Humus eine Wirkung zuſchreiben, die nach tauſend Jahren noch bemerkbar iſt, dem Humus, von dem man nicht einmal weiß, ob er je ein Beſtandtheil dieſes Bodens war.

Die Methode der Cultur, die man in dieſen Gegenden anwendet, erklärt die Verhältniſſe vollkommen; es iſt in den Augen unſerer Landwirthe die ſchlechteſte von allen, für dieſe Gegenden hingegen die vortheilhafteſte, die man wählen

kann. Man bebauet nämlich das Feld nur von drei zu drei Jahren, und läßt es in der Zwischenzeit Viehheerden zu einer spärlichen Weide dienen. Während der zweijährigen Brache hat das Feld keine andere Aenderung erlitten, als daß der Boden den Einflüssen der Witterung ausgesetzt gewesen ist, eine gewisse Menge der darin enthaltenen Alkalien ist wieder in den Zustand der Aufschließbarkeit übergegangen.

Man muß erwägen, daß die Thiere, welche auf diesen Feldern sich ernährt haben, dem Boden nichts gaben, was er nicht vorher besaß. Die Unkrautpflanzen, von denen sie lebten, stammten von diesem Boden, was sie ihm in den Excrementen zurückgaben, mußte jedenfalls weniger betragen, als was sie von ihm empfingen. Durch das Beweiden hat das Feld nichts gewonnen, es hat im Gegentheil von seinen Bestandtheilen verloren.

Als Princip des Feldbaues betrachtet man die Erfahrung, daß sich Weizen nicht mit Weizen verträgt; der Weizen gehört wie der Tabak zu den Pflanzen, welche den Boden erschöpfen.

Wenn aber der Humus dem Boden die Fähigkeit geben kann, Getreide zu erzeugen, woher kommt es denn, daß der humusreiche Boden in vielen Gegenden Brasiliens, daß auch in unserm Klima der Weizen in reiner Holzerde nicht gedeiht, daß der Halm keine Stärke erhält und sich frühzeitig umlegt? Es kommt daher, weil die Festigkeit des Halmes von kieselsaurem Kali herrührt, weil das Korn phosphorsaurer Salze bedarf, die ihm der Humusboden nicht liefern kann, indem er keins von beiden enthält, man erhält Kraut, aber keine Frucht.

Woher kommt es denn, daß Weizen nicht auf Sandbo-

den gedeiht, daß der Kalkboden, wenn er nicht eine beträchtliche Menge Thon beigemischt enthält, unfruchtbar für diese Pflanze ist? Es kommt daher, weil es diesen Bodenarten für diese Gewächse an Alkalien und gewissen anderen Mineralbestandtheilen, welche die Pflanze bedarf, fehlt, ohne diese bleiben sie selbst dann in ihrer Entwickelung zurück, wenn ihnen alles andere im Ueberfluß dargeboten wird.

Ist es denn nur Zufall, daß wir auf Gneuß, Glimmerschiefer, auf Granitboden in Baiern, daß wir auf Klingstein in der Rhön, auf Basalt im Vogelsberge, auf Thonschiefer am Rhein und in der Eifel die schönsten Laubholzwaldungen finden, die auf Sandstein und Kalk, worauf Kiefern und Fichten noch gedeihen, nicht mehr fortkommen? Es kommt daher, weil die Blätter des Laubholzes, welche jährlich sich erneuern, zu ihrer Entwickelung 6- bis 10fache Menge Alkali erfordern. Sie finden auf kaliarmem Boden das Alkali nicht vor, ohne welches sie nicht zur Ausbildung gelangen*).

Wenn auf Sandstein und Kalkboden Laubholz vorkommt, wenn wir die Rothbuche, den Vogelbeerbaum, die wilde Süßkirsche auf Kalk üppig gedeihen sehen, so kann man mit Gewißheit darauf rechnen, daß in dem Boden eine Bedingung ihres Lebens, nämlich die Alkalien nicht fehlen.

Kann es auffallend sein, daß nach dem Abbrennen von Nadelholzwaldungen in Amerika, durch welche der Boden das in Jahrhunderten gesammelte Alkali empfängt, Laubholz gedeiht, daß Spartium scoparium, Erysimum latifolium,

*) 1000 Theile trockner Eichenblätter geben 55 Theile Asche, worin sich 24 Theile lösliche Alkalien befinden; dieselbe Quantität Fichtenblätter giebt nur 29 Theile Asche, welche 4,6 Theile lösliche Salze enthält (Sauſſure).

Blitum capitatum, Senetio viscosus, lauter Pflanzen, welche eine an Alkali höchst reiche Asche geben, auf Brandstätten in üppiger Fülle emporsprossen?

Alle Grasarten bedürfen des kieselsauren Kali's; es ist kieselsaures Kali, was beim Wässern der Wiesen dem Boden zugeführt, was in dem Boden aufgeschlossen wird; in Gräben und in kleinen Bächen, an Stellen, wo durch den Wechsel des Wassers die aufgelöst'te Kieselerde sich unaufhörlich erneuert, auf kalireichem Letten- und Thonboden, in Sümpfen gedeihen die Equisetaceen, die Schilf- und Rohrarten, welche so große Mengen Kieselerde oder kieselsaures Kali enthalten, in der größten Ueppigkeit.

Die Menge von kieselsaurem Kali, welches in der Form von Heu den Wiesen jährlich genommen wird, ist sehr beträchtlich. Man darf sich nur an die zusammengeschmolzene glasartige Masse erinnern, die man nach einem Gewitter zwischen Mannheim und Heidelberg auf einer Wiese fand, und für einen Meteorstein hielt; es war, wie die Untersuchung ergab, kieselsaures Kali; der Blitz hatte in einen Heuhaufen eingeschlagen, an dessen Stelle man nichts weiter als die zusammengeflossene Asche des Heues fand.

Die Alkalien und alkalischen Erden sind aber für die meisten Gewächse nicht die einzigen Bedingungen ihrer Existenz; sie reichen allein nicht hin, um das Leben der Pflanzen zu unterhalten.

In einer jeden bis jetzt untersuchten Pflanzenasche fand man Phosphorsäure, gebunden an Alkalien und alkalische Erden; der Weizen-, Roggen-, Maissamen, die Erbsen, Bohnen, Linsen geben nach dem Verbrennen eine Asche, welche keine Spur Kohlensäure, sondern außer geringen Mengen

ſchwefelſaurer Salze und Chlormetallen nur phosphorſaure Salze enthält.

Die Phosphorſäure wird aus dem Boden von der Pflanze aufgenommen, alles culturfähige Land, ſelbſt die Lüneburger Haide, enthält beſtimmbare Mengen davon. In allen auf Phosphorſäure unterſuchten Mineralgewäſſern hat man gewiſſe Quantitäten davon entdeckt; wo ſie nicht gefunden worden iſt, hat man ſie nicht aufgeſucht. Die der Oberfläche der Erde am nächſten liegenden Schichten von Schwefelbleilagern enthalten kryſtalliſirtes phosphorſaures Bleioxyd (Grünbleierz); der Kieſelſchiefer, welcher große Lager bildet, findet ſich an vielen Orten bedeckt mit Kryſtallen von phosphorſaurer Thonerde (Wawellit); alle Bruchflächen ſind damit überzogen.

Der Apatit (phosphorſaurer Kalk, von gleicher Zuſammenſetzung mit der Knochenerde) findet ſich in jeder fruchtbaren Ackererde, in kryſtalliniſcher Geſtalt deutlich erkennbar, auf Gängen (beſonders Erzgängen), wie auch im Gebirgsgeſtein eingewachſen.

Er findet ſich auf dieſe Weiſe in plutoniſchen und vulkaniſchen, wie auch in den metamorphiſchen und neptuniſchen Gebirgsarten, immer nur als zufälliger Gemengtheil und gewöhnlich nicht in großer Menge. In den plutoniſchen und vulkaniſchen Gebirgsarten findet er ſich in dem Granite, z. B. des Erzgebirges bei Johann Georgenſtadt, Schneeberg ꝛc., der Geſchiebe bei Berlin ꝛc., im Syenit z. B. von Meißen in kleinen, und in dem von Friedrichswärn im ſüdl. Norwegen in größern Kryſtallen; im Hyperſthenfeld z. B. von Elfdalen in Schweden, in dem Nephelinfels in feinen nadelförmigen Kryſtallen, aber oft in großer Menge zu Meiches im Vogelsgebirge, am Löbauer

Berge in Sachsen, Tuhlowitz in Böhmen ꝛc.; im Basalt und andern vulkanischen Gesteinen z. B. am Wickenstein in Schlesien, Hamberge im Paderbornschen und am Cabo de Gata in Spanien, in den vulkanischen Bomben des Laacher See's ꝛc. ꝛc.

In den metamorphischen Gesteinen findet er sich besonders im Talk- und Chloritschiefer in großen gelben durchsichtigen Krystallen (Spargelstein), im Glimmerschiefer von Snarum im südlichen Norwegen; auf den Kalklagern von Pargas in Finnland und am Baikal-See auf dem Magneteisensteinlager von Arendal und andern Orten in Norwegen und Schweden.

In dem neptunischen Gebirge findet er sich besonders in der Kreide in rundlichen Stücken und Körnern z. B. beim Cap la Hève bei Havre, bei den Caps Blancnez und Grisnez bei Calais ꝛc., ebenso im Flötzkalkstein des Erzberges bei Amberg u. s. w. (Gustav Rose).

Das Wasser der Kaiserquelle zu Aachen enthält in einem Pfunde 0,142 gr. phosphorsaures Natron (Monheim), die Quirinusquelle enthält eine gleiche Menge, die Rosenquelle enthält 0,133 desselben Salzes. Die Sprudelquelle zu Karlsbad enthält 0,0016 gr. phosphorsauren Kalk (Berzelius). Die Ferdinandsquelle enthält 0,010 phosphorsaures Natron (Wolf). Die Salzquelle zu Pyrmont enthält 0,022 phosphorsaures Kali, 0,075 phosphorsauren Kalk, 0,1249 gr. phosphorsaure Thonerde (Krüger). Wenn man erwägt, daß das Seewasser phosphorsauren Kalk (Clemm), wiewohl in so kleiner Menge enthält, daß sie in einem Pfunde Wasser nicht bestimmbar ist, daß dessenungeachtet alle in dem Meere lebenden Thiere die phosphorsauren Salze, welche Bestandtheile ihrer Knochen und ihres Fleisches sind,

aus diesem Medium empfangen, so muß der Gehalt an phosphorsauren Salzen in den erwähnten Mineralquellen ungewöhnlich groß erscheinen. Es läßt sich berechnen, daß das Wasser der Sprudelquelle in Carlsbad auf seinem Wege durch die Gebirgsschichten viele tausend Pfunde phosphorsauren Kalk daraus aufnimmt.

Die Art und Weise, in welcher phosphorsaure Erd-Salze und namentlich der phosphorsaure Kalk, die Fähigkeit erlangt, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen zu werden, läßt sich durch sehr einfache Versuche darthun.

Der phosphorsaure Kalk ist nämlich in reinem Wasser nicht löslich, allein er lös't sich leicht in einem Wasser, welches Kochsalz oder ein Ammoniaksalz enthält. Im Wasser, welches schwefelsaures Ammoniak enthält, lös't er sich so leicht auf wie Gyps.

Der phosphorsaure Kalk wird ferner mit Leichtigkeit vom Wasser aufgenommen, welches Kohlensäure enthält, er verhält sich gegen dieses Lösungsmittel ähnlich wie der kohlensaure Kalk.

Aus dem Boden gelangt die Phosphorsäure in die Samen, Blätter und Wurzeln der Pflanzen, aus diesen in den Organismus der Thiere, indem sie zur Bildung der Knochen, der phosphorhaltigen Bestandtheile des Gehirns verwendet wird.

Man kann sich eine Vorstellung von dem Gehalt von phosphorsaurer Bittererde in dem Getreide machen, wenn man sich erinnert, daß die Steine in dem Blinddarm von Pferden, die sich von Heu und Hafer nähren, aus phosphorsaurer Bittererde und Ammoniak bestehen. Aus dem Mastdarm eines Müllerpferdes in Eberstadt wurden nach seinem Tode 29 Steine genommen, die zusammen über 3 Pfd. wogen, und Dr. Fr. Simon beschrieb vor Kurzem einen Stein

von einem Fuhrmannspferde, deſſen Gewicht 47½ Loth (über 700 Grammen) betrug.

Außer Kieſelſäure, den Alkalien, alkaliſchen Erden, Schwefelſäure und Phosphorſäure, die unter keinerlei Umſtänden in den Culturpflanzen fehlen, nehmen die Vegetabilien aus dem Boden noch fremde Stoffe, Salze auf, von denen man vorausſetzen darf, daß ſie die ebengenannten zum Theil wenigſtens in ihren Wirkungen erſetzen; in dieſer Form kann man bei manchen Pflanzen Kochſalz, Salpeter, Chlorkalium und andere als nothwendige Beſtandtheile betrachten.

Der Thonſchiefer enthält meiſtens Einmiſchungen von Kupferoxyd, der Glimmerboden enthält Fluormetalle. Von dieſen Beſtandtheilen gehen geringe Mengen in den Organismus der Pflanze über, ohne daß ſich behaupten läßt, ſie ſeien ihr nothwendig.

In gewiſſen Fällen ſcheint das Fluorcalcium den phosphorſauren Kalk in den Knochen und Zähnen vertreten zu können, es läßt ſich ſonſt wenigſtens nicht erklären, woher es kommt, daß die nie fehlende Gegenwart derſelben in den Knochen der antediluvianiſchen Thiere als Mittel dienen kann, um ſie von Knochen aus ſpäteren Perioden zu unterſcheiden; die Schädelknochen von Menſchen aus Pompeji ſind eben ſo reich an Flußſäure, wie die der vorweltlichen Thiere. Werden ſie gepulvert in einem verſchließbaren Glasgefäß mit Schwefelſäure übergoſſen, ſo findet ſich dieſes auf der Innenſeite nach 24 Stunden auf's heftigſte corrodirt (J. L.), während die Knochen und Zähne der jetzt lebenden Thiere nur Spuren davon enthalten (Berzelius).

Es iſt vollkommen gewiß, daß im Frühling und in der erſten Hälfte des Sommers, wo der Boden noch mit Waſ-

ser durchdrungen ist, eine größere Menge von alkalischen Basen und Salzen in den Organismus der Pflanze gelangt als im hohen Sommer, wo das Wasser als die Bedingung des Uebergangs dieser Basen fehlt.

In vielen Gegenden hängt die Getreide-Ernte für das ganze Jahr von einem einzigen Regen ab; wenn es der Pflanze in einer gewissen Periode an Wasser fehlt, so bleibt sie in ihrer Entwickelung zurück. Diese Zufuhr an Wasser ist nun im eigentlichen Sinne eine Zufuhr von Alkalien und gewissen Salzen, welche durch Vermittelung des Regenwassers die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Im hohen Sommer ist ja die Luft an Wasserdampf weit reicher, als in den anderen Jahreszeiten; der zu ihrer Nahrung dienende Wasserstoff ist in der Luft in hinreichender Menge enthalten.

Wenn es an Feuchtigkeit im Boden fehlt, so beobachten wir eine Erscheinung, welche früher, wo die Bedeutung der mineralischen Nahrungsstoffe für das Leben der Pflanze nicht erkannt war, völlig unerklärlich schien.

Wir sehen nämlich, daß die Blätter in der Nähe des Bodens, die sich zuerst und vollkommen entwickelt haben, ohne eine sichtbar auf sie einwirkende schädliche Ursache, ihre Lebensfähigkeit verlieren; sie schrumpfen zusammen, werden gelb und fallen ab. Diese Erscheinung zeigt sich in dieser Form nicht in feuchten Jahren, man beobachtet sie nicht an immergrünenden Gewächsen und nur in seltnen Fällen an Pflanzen, welche lange und tiefe Wurzeln treiben, sie zeigt sich nur im Herbst und Winter an perennirenden Gewächsen.

Die Ursache dieses Absterbens ist jetzt einem Jeden klar. Die völlig entwickelten vorhandenen Blätter nehmen unausgesetzt aus der Luft Kohlensäure und Ammoniak auf, welche

zu Beſtandtheilen neuer Blätter, Knospen und Triebe übergehen, aber dieſer Uebergang kann ohne die Mitwirkung der Alkalien und der übrigen Mineralbeſtandtheile nicht ſtattfinden. Iſt der Boden feucht, ſo werden ſie unausgeſetzt zugeführt, die Pflanze behält ihre lebendige grüne Farbe. Iſt aber im trocknen Wetter dieſe Zufuhr aus Mangel an Waſſer abgeſchnitten, ſo findet in der Pflanze ſelbſt eine Theilung Statt. Die mineraliſchen Beſtandtheile des Saftes der ſchon ausgebildeten Blätter werden denſelben entzogen und zur Ausbildung der jungen Triebe verwendet, und mit der Entwickelung des Samens findet ſich ihre Lebensfähigkeit völlig unterdrückt. Dieſe abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knospen und Triebe außerordentlich reich daran ſind.

Wir ſehen auf der andern Seite, daß in einem mit zu reichlichem Dünger verſehenen Boden durch einen Ueberfluß von löslichen Mineralbeſtandtheilen bei vielen, namentlich bei Küchen-Gewächſen, auf der Oberfläche der Blätter Salze abgeſondert werden, welche das Blatt mit einer weißen filzigen Kruſte bedecken. In Folge dieſer Ausſchwitzungen kränkeln die Pflanzen, die organiſche Thätigkeit der Blätter nimmt ab, das Wachsthum der Pflanze wird geſtört und wenn dieſer Zuſtand längere Zeit dauert, ſo ſtirbt die Pflanze ab. Dieſe Beobachtung macht man namentlich an blattreichen Pflanzen von großer Oberfläche, welche große Mengen Waſſer ausdunſten.

Bei Rüben, Kürbiſſen, Erbſen tritt dieſe Krankheit mehrentheils ein, wenn der Boden nach anhaltendem trocknen Wetter zu einer Zeit, wo die Pflanze ihrer Ausbildung nahe, wo ſie aber noch nicht vollendet iſt, durch heftige aber kurz-

dauernde Regengüsse durchnäßt wird, und wenn auf diese wieder trocknes Wetter erfolgt.

Durch die eintretende stärkere Verdunstung gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgesaugten Wasser, eine weit größere Menge von Salzen in die Pflanze, als sie verwenden kann. Diese Salze effloresciren an der Oberfläche der Blätter und wirken, wenn sie krautartig und saftig sind, ganz ähnlich auf sie ein, wie wenn man sie mit Salzauflösungen begossen hätte, von einem größern Salzgehalt als ihr Organismus verträgt. Von zwei Pflanzen gleicher Art trifft diese Krankheit namentlich die, welche ihrer vollendeten Ausbildung am nächsten steht; ist die eine Pflanze später gepflanzt oder ist sie in ihrer Entwickelung weiter zurückgeblieben, so tragen die nämlichen Ursachen, welche auf die anderen schädlich einwirken, dazu bei, um ihre eigene Entwickelung zu befördern.

Der Keim, welcher aus der Erde, das Blatt, was aus der Knospe hervorbricht, der junge Halm, die grüne Sprosse, enthalten stets eine weit größere Menge von Salzen mit alkalischen Basen, sie geben eine an Alkalien weit reichere Asche, als der ausgebildete Pflanzentheil. Die Blätter, von welchen aus die Aufnahme und Zerlegung der Kohlensäure vor sich geht, sind unter allen Umständen weit reicher an Mineralsubstanzen, als die übrigen Pflanzentheile.

Die einfache Thatsache, daß die Entwickelung der Pflanze gehemmt ist, wenn es an Regen und damit an Zufuhr alkalischer Basen fehlt, beweis't, daß diese Alkalien eine höchst wichtige Rolle in der Vegetation spielen. Wenn de Sausſure fand, daß die Weizenpflanze vor der Blüthe $^{70}/_{1000}$, in der Blüthe $^{54}/_{1000}$ und mit reifem Samen nur die Hälfte an Aschenbestandtheilen lieferte, so läßt sich sicher hieraus nicht

ſchließen, daß die in der jungen, in der Entwickelung begriffenen Pflanze enthaltenen Bodenbeſtandtheile in den Boden zurückgekehrt ſind. Bei gleichen Gewichten lieferte die junge Pflanze doppelt ſoviel Aſche, als die völlig ausgebildete, was offenbar nur daher rührt, weil zu dem in der erſtern ſchon vorhandenen Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff, neue Quantitäten dieſer organiſchen Beſtandtheile hinzugekommen ſind. Die Aſchenbeſtandtheile ſind in der Pflanze unverändert geblieben, nur ihr relatives Verhältniß zu den anderen hat ſich geändert, der Kohlenſtoff-, Waſſerſtoff- und Stickſtoffgehalt iſt größer geworden.

Mit einer der Gewißheit nahen Wahrſcheinlichkeit läßt ſich annehmen, daß die Alkalien in dem Weinſtocke, in der Kartoffel-, Rübenpflanze, die wir mit Weinſäure, Oxalſäure, Aepfelſäure, Citronenſäure verbunden im Safte finden, der Pflanze wegen und nicht zu dem Zweck da ſind, um als neutrale oder ſaure Salze in den Apotheken oder in der Haushaltung verbraucht zu werden.

Dieſe organiſchen Säuren müſſen für die Erzeugung gewiſſer Beſtandtheile in der Pflanze nothwendig ſein.

Wir ſind zu dem Schluſſe gekommen, daß der Kohlenſtoff aller Theile der Pflanze von der Kohlenſäure ſtammt. Die Weinſäure, Oxalſäure, Citronenſäure ꝛc. erhielten ihren Kohlenſtoff alſo ebenfalls von der Kohlenſäure.

Iſt es nun denkbar, kann man fragen, daß der Kohlenſtoff der Kohlenſäure direct und unmittelbar mit Waſſerſtoff aus Waſſer, ſich zu Zucker, zu Amylon, zu Holzfaſer, zu Harz, Wachs, Terpenthinöl vereinigt? Iſt es nicht weit wahrſcheinlicher, daß der Uebergang des Kohlenſtoffs der Kohlenſäure zu einem Beſtandtheil der Pflanze allmälig geſchieht, daß mit dem Hinzutreten der Beſtandtheile des

Waſſers ſich aus der Kohlenſäure, eine an Sauerſtoff immer ärmere Verbindung bildet, daß ihr Kohlenſtoff zuerſt die Form von Oxalſäure, Weinſäure oder irgend einer andern organiſchen Säure annimmt, ehe er in Zucker, Amylon, Holzfaſer übergeht?

Nach dieſer Vorſtellung erklärt ſich die Nothwendigkeit der alkaliſchen Baſen zum Leben und Gedeihen der Pflanze auf eine einfache und ungezwungene Weiſe, denn ſie würden zu dem beſtimmten Zweck vorhanden ſein, um den Uebergang der Kohlenſäure in einem lebendigen Pflanzentheil zu vermittlen. Die kleinſten Theilchen des Zuckers, der organiſchen Säuren folgen von der Pflanze getrennt ihren eigenen Anziehungen; indem ſie Kryſtalle bilden, folgen ſie der in ihnen thätigen Cohäſionskraft, ihr Kohlenſtoff iſt fähig, zu einem Beſtandtheil eines lebendigen Organs zu werden, allein Zucker und Weinſäure, obwohl durch die Mitwirkung vitaler Thätigkeiten erzeugt, beſitzen für ſich ſelbſt keine vitalen Functionen.

Die Brache iſt, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Periode der Cultur, wo man das Land einer fortſchreitenden Verwitterung vermittelſt des Einfluſſes der Atmoſphäre überläßt, in der Weiſe, daß eine gewiſſe Quantität Alkali und Kieſelſäure wieder fähig gemacht wird, von einer Pflanze aufgenommen zu werden.

Es iſt klar, daß die ſorgfältige Bearbeitung des Brachlandes ſeine Verwitterung beſchleunigt und vergrößert; für den Zweck der Cultur iſt es völlig gleichgültig, ob man das Land mit Unkraut ſich bedecken läßt, oder ob man eine Pflanze darauf baut, welche dem Boden das aufgeſchloſſene alkaliſche Silicat nicht entzieht.

Die Brache.

Die Landwirthschaft ist eine Kunst und eine Wissenschaft. Die wissenschaftliche Grundlage derselben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Ursprungs ihrer Elemente und der Quellen ihrer Nahrung.

Aus dieser Kenntniß entwickeln sich bestimmte Regeln für die Ausübung der Kunst, Grundsätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechanischen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen.

Keine in der Ausübung dieser Kunst gemachte Erfahrung kann im Wiederspruche stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese aus allen Beobachtungen zusammengenommen abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind.

Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, eben weil sie nichts anderes ist, als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hintereinander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in 7, ein anderes in 20, ein anderes erst in 100 Jahren unfruchtbar für die nämliche Pflanze. Das eine Feld trägt Weizen, keine Bohnen, es trägt Rüben, aber keinen Tabak, ein drittes giebt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee.

Was iſt der Grund, daß der Acker für eine und dieſelbe Pflanze nach und nach ſeine Fruchtbarkeit verliert? Was iſt der Grund, daß die eine Pflanzengattung darauf gedeiht, daß die andere darauf fehlſchlägt?

Dieſe Fragen ſtellt die Wiſſenſchaft.

Welche Mittel ſind nothwendig, um dem Acker ſeine Fruchtbarkeit für eine und dieſelbe Pflanze zu erhalten? um ihn für zwei, für drei, für alle Culturpflanzen fruchtbar zu machen?

Dieſe letzteren Fragen ſtellt ſich die Kunſt, ſie ſind aber nicht lösbar durch die Kunſt.

Wenn der Landwirth, ohne durch ein richtiges wiſſenſchaftliches Princip geleitet zu ſein, ſich Verſuchen hingiebt, um einen Acker für eine Pflanze fruchtbar zu machen, die er ſonſt nicht trägt, ſo iſt die Ausſicht auf Erfolg nur gering. Tauſende von Landwirthen ſtellen ähnliche Verſuche nach mannigfaltigen Richtungen an, deren Reſultat zuletzt eine Anzahl von praktiſchen Erfahrungen umfaßt, welche zuſammen eine Methode der Cultur bilden, wodurch der geſuchte Zweck für eine gewiſſe Gegend erreicht wird. Allein die nämliche Methode ſchlägt für den nächſten Nachbar ſchon fehl, ſie hört auf, für eine zweite und dritte Gegend vortheilhaft zu ſein.

Welche Maſſe von Kapital und Kraft geht in dieſen Experimenten verloren! Wie ganz anders, wie viel ſicherer iſt der Weg, den die Wiſſenſchaft befolgt, er ſetzt uns, wenn wir ihn betreten, nicht der Gefahr des Mißlingens aus und gewährt uns alle Bürgſchaften des Gewinns.

Iſt die Urſache des Fehlſchlagens, die Urſache der Unfruchtbarkeit des Bodens für eine, für zwei, für die dritte

Pflanze ermittelt, so ergeben sich die Mittel zur Beseitigung von selbst.

Die bestimmtesten Beobachtungen beweisen, daß die Culturmethoden je nach der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von einander abweichen. Denken wir uns in dem Basalt, Grauwacke, Porphyr, Sandstein, Kalk ꝛc. eine gewisse Anzahl chemischer Verbindungen in wechselnden Verhältnissen enthalten, welche für die Pflanzen zu ihrem Gedeihen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen darbieten muß, so erklärt sich die Verschiedenheit der Culturmethoden auf eine höchst einfache Weise; denn es ist klar, daß der Gehalt der Ackererde an diesen so wichtigen Bestandtheilen in eben dem Grade, wie die Zusammensetzung der Felsarten, durch deren Verwitterung sie entstanden ist, wechseln muß.

Die Weizenpflanze, der Klee, die Rüben bedürfen gewisser Bestandtheile aus dem Boden, sie gedeihen nicht in einer Erde, in welcher sie fehlen. Die Wissenschaft lehrt uns, aus der Untersuchung ihrer Asche diese Bestandtheile kennen, und wenn uns die Analyse eines Bodens zeigt, daß sie darin fehlen, so ist die Ursache seiner Unfruchtbarkeit ermittelt.

Die Beseitigung dieser Unfruchtbarkeit ist damit aber gegeben.

Die Empyrie schreibt allen Erfolg der Kunst, den mechanischen Operationen des Feldbaues zu, sie legt ihnen den höchsten Werth bei, ohne darnach zu fragen, auf welchen Ursachen ihr Nutzen beruht, und doch ist diese Kenntniß von der höchsten Wichtigkeit, weil sie die Verwendung der Kraft und des Kapitals auf die vortheilhafteste Weise regelt und jeder Verschwendung derselben vorbeugt. Ist es denkbar, daß der Durchgang der Pflugschaar, der Egge durch die Erde, daß die Berührung des Eisens dem Boden wie durch einen

Zauber Fruchtbarkeit ertheilt! Niemand wird diese Meinung hegen, und dennoch ist diese Frage in der Agricultur noch nicht aufgestellt, wie viel weniger gelöst; gewiß ist, beim sorgfältigen Pflügen nur die weitgetriebene mechanische Zertheilung, der Wechsel und die Vergrößerung der Oberfläche, durch welche der günstige Einfluß ausgeübt wird; aber die mechanische Operation ist nur Mittel zum Zweck.

Unter den Wirkungen der Zeit, im Besondern in der Landwirthschaft, in dem Brachliegen, dem Ausruhen des Feldes, begreift man in der Naturwissenschaft gewisse chemische Actionen, welche unausgesetzt ausgeübt werden durch die Bestandtheile der Atmosphäre auf die Oberfläche der festen Erdrinde. Es ist die Kohlensäure, der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit, das Regenwasser, durch deren Einwirkung gewisse Bestandtheile der Fels- und Gebirgsarten, oder ihre Trümmer, welche die Ackererde bilden, die Fähigkeit empfangen, sich im Wasser zu lösen; welche in Folge ihrer Auflösung sich von den nicht lösbaren trennen.

Man weiß, daß diese chemischen Actionen den Begriff von dem Zahn der Zeit in sich fassen, welcher die Werke der Menschen vernichtet und den härtesten Felsen nach und nach in Staub verwandelt; durch ihren Einfluß werden in der Ackererde gewisse Bestandtheile des Bodens für die Pflanzen assimilirbar und es ist nun gerade dieser Zweck, welcher durch die mechanischen Operationen des Feldbaues erreicht werden soll. Sie sollen die Verwitterung beschleunigen und damit einer neuen Generation von Pflanzen die ihnen nöthigen Bodenbestandtheile in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande darbieten. Es ist einleuchtend, daß die Schnelligkeit des Aufschließens eines festen Körpers zunehmen muß mit seiner Oberfläche, je mehr Punkte wir in der

gegebenen Zeit den einwirkenden Thätigkeiten darbieten, deſto raſcher wird die Verbindung vor ſich gehen.

Um in der Analyſe ein Mineral aufzuſchließen, um ſeinen Beſtandtheilen Löslichkeit zu geben, muß ſich der Chemiker der ermüdendſten, langweiligſten und ſehr ſchwierigen Operation der Verwandlung deſſelben in das feinſte Pulver hingeben; durch Schlämmen ſcheidet er den feinſten Staub von den gröberen Theilen ab, er ſetzt ſeine Geduld auf alle möglichen Proben, weil er weiß, die Aufſchließung iſt nicht vollkommen, ſeine ganze Operation mißlingt, wenn er in den Vorbereitungen minder aufmerkſam verfährt.

Welchen Einfluß die Vergrößerung der Oberfläche eines Steins auf ſeine Verwitterbarkeit ausübt, auf die Veränderungen nämlich, die er durch die Actionen der Beſtandtheile der Atmoſphäre und des Waſſers erfährt, läßt ſich in den Goldbergwerken zu Yaquil in Chili, welche Darwin auf eine ſo intereſſante Weiſe beſchreibt, in einem großen Maßſtabe beobachten.

Das goldführende Geſtein wird auf Mühlen in das feinſte Pulver verwandelt und die leichteren Steintheile von den Metalltheilchen durch einen Schlämmproceß geſchieden. Durch den Waſſerſtrom werden die Steintheilchen hinweggeführt, die Goldtheilchen fallen zu Boden. Der abfließende Schlamm wird in Teiche geleitet, wo er in der Ruhe ſich wieder abſetzt. Wenn der Teich ſich nach und nach damit anfüllt, wird der Schlamm herausgezogen und auf Haufen ſich ſelbſt, d. h. der Wirkung der Luft und Feuchtigkeit überlaſſen. Nach der Natur des Waſchproceſſes, dem es unterworfen worden war, kann dieſes feinzertheilte Geſtein keinen löslichen Beſtandtheil, keine Salztheile, mehr enthalten. Mit dem Waſſer bedeckt, alſo beim Abſchluß der Luft, auf dem

Boden des Teiches erlitt es keine Veränderung, allein der Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig ausgesetzt, stellt sich eine mächtige chemische Action in dem Haufen ein, die sich durch Auswitterung reichlicher Salz-Efflorescenzen, welche die Oberfläche bedecken, zu erkennen giebt.

Nach einer zwei- bis dreijährigen Aussetzung wird der Schlämmproceß mit diesem hart gewordenen Schlamm wiederholt und so sechs bis siebenmal, wo man stets, wiewohl in abnehmendem Verhältnisse, neue Quantitäten Gold daraus gewinnt, welche durch den chemischen Proceß der Verwitterung bloßgelegt, d. h. ausscheidbar wurden.

Es ist dies die nämliche chemische Action, die in der Ackererde vor sich geht, die wir durch die mechanischen Operationen des Feldbaues steigern und beschleunigen. Wir erneuern die Oberfläche und suchen jeden Theil der Ackerkrume der Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs zugänglich zu machen. Wir schaffen einen Vorrath löslicher Mineralsubstanzen, welche der neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung, zum Gedeihen unentbehrlich sind.

Alle Cultur-Pflanzen bedürfen der Alkalien, der alkalischen Erden, eine jede in einem gewissen Verhältnisse von dem einen oder dem andern; die Getreidearten gedeihen nicht, wenn in dem Boden Kieselsäure im löslichen Zustande mangelt.

Die in der Natur vorkommenden Silicate unterscheiden sich durch die größere oder geringere Verwitterbarkeit, durch den ungleichen Widerstand, den ihre Bestandtheile der auflösenden Kraft der atmosphärischen Agentien entgegensetzen, sehr wesentlich von einander. Der Granit von Korsica, der Feldspath von Karlsbad zerfällt zu Pulver in einer Zeit, wo der polirte Granit der Bergstraße seinen Glanz noch nicht verliert.

Es giebt Bodenarten die an leicht verwitterbaren Silicaten so reich sind, daß in einem oder von zwei zu zwei Jahren eine Quantität kieselsaures Kali auflöslich und assimilirbar wird, die für eine ganze Ernte Weizen zur Bildung der Blätter und Halme hinreicht.

In Ungarn sind große Strecken Land nicht selten, wo seit Menschengedenken auf einem und demselben Felde Weizen und Tabak abwechselnd gebaut werden, ohne daß dieses Land jemals etwas von den Mineralbestandtheilen zurückempfängt, die mit dem Stroh und Korn hinweggenommen wurden. Es giebt Felder, in denen erst nach Verlauf von zwei, von drei oder mehr Jahren die für eine Ernte Weizen nöthige Quantität kieselsaures Kali zur Aufschließung gelangt.

Brache heißt nun im weitesten Sinne diejenige Periode der Cultur, wo man den Boden dem Einfluß der Witterung überlassen, an gewissen löslichen Bestandtheilen sich bereichern läßt. Im engern Sinne bezieht sich das Brachliegen stets nur auf die Intervalle in der Cultur der Getreidepflanzen, für diese ist ein Magazin von löslicher Kieselerde neben den Alkalien eine Hauptbedingung ihres Gedeihens, und wenn wir auf dem nämlichen Felde eine andere Pflanze, eine sogenannte Brachfrucht bauen, durch welche bei der Erndte kein Theilchen der aufgeschlossenen Kieselerde entführt wird, so muß es für die darauf folgende Weizenpflanze seine Fruchtbarkeit behalten.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die mechanische Bearbeitung des Feldes das einfachste und wohlfeilste Mittel ist, um die im Boden enthaltenen Nahrungsstoffe den Pflanzen zugänglich zu machen.

Giebt es nun, kann man fragen, außer den mechani-

ſchen, nicht noch andere Mittel, welche dazu dienen können, den Boden aufzuſchließen und die Aufnahme ſeiner Beſtandtheile in den Organismus der Pflanze vorzubereiten? Dieſe Mittel giebt es allerdings, und unter ihnen iſt vorzüglich der gebrannte Kalk in England ſeit einem Jahrhundert in einem großen Maßſtabe im Gebrauch; es würde ſehr ſchwer ſein, ein einfacheres und dem Zwecke entſprechenderes aufzufinden.

Um aber eine richtige Anſicht über die Wirkung des Kalks auf die Ackerkrume zu gewinnen, iſt es nöthig, ſich an die Proceſſe zu erinnern, welche der Chemiker zu Hülfe nimmt, um in einer gegebenen kurzen Zeit ein Mineral aufzuſchließen, ſeine Beſtandtheile in den auflöslichen Zuſtand zu verſetzen.

Der auf's feinſte gepulverte Feldſpath z. B., bedarf für ſich einer wochen- oder monatelangen Behandlung mit einer Säure, um ihn aufzulöſen; miſchen wir ihn aber mit Kalk und ſetzen ihn einer mäßig ſtarken Glühhitze aus, ſo geht der Kalk eine chemiſche Verbindung mit den Beſtandtheilen des Feldſpathes ein. Ein Theil des im Feldſpath gebundenen Alkali's (Kali) wird in Freiheit geſetzt, und das bloße Uebergießen mit einer Säure reicht jetzt ſchon in der Kälte hin, nicht nur um den Kalk, ſondern auch die anderen Beſtandtheile des Feldſpathes in der Säure zu löſen. Von der Kieſelerde wird ſoviel von der Säure aufgenommen, daß die letztere zu einer durchſcheinenden Gallerte geſteht.

Aehnlich nun, wie der Kalk zum Feldſpath beim Brennen, verhält ſich der gelöſchte Kalk zu den meiſten alkaliſchen Thonerdeſilicaten, wenn ſie im feuchten Zuſtande längere Zeit mit einander in Berührung bleiben. Zwei Mi-

ſchungen, die eine von gewöhnlichem Töpferthon oder Pfeifenerde mit Waſſer, die andere von Kalkmilch, werden beim Zuſammenſchütten augenblicklich dicker. Ueberläßt man ſie Monate lang in dieſem Zuſtande ſich ſelbſt, ſo gelatinirt jetzt der mit Kalkbrei gemiſchte Thon, wenn man ihn mit einer Säure zuſammenbringt; dieſe Eigenſchaft ging ihm vor der Berührung mit Kalk beinahe völlig ab. Der Thon wird, indem der Kalk eine Verbindung mit ſeinen Beſtandtheilen eingeht, aufgeſchloſſen, und was noch merkwürdiger iſt, der größte Theil der darin enthaltenen Alkalien wird in Freiheit geſetzt. Dieſe ſchönen Beobachtungen ſind zuerſt von Fuchs in München gemacht worden, ſie haben nicht allein zu Aufſchlüſſen über die Natur und Eigenſchaften der hydrauliſchen Kalke geführt, ſondern, was für weit wichtiger gehalten werden muß, ſie haben die Wirkungen des ätzenden gelöſchten Kalkes auf die Ackerkrume erklärt, und der Agricultur ein unſchätzbares Mittel geliefert, um den Boden aufzuſchließen, und die den Pflanzen unentbehrlichen Alkalien in Freiheit zu ſetzen.

Im October haben die Felder in Yorkſhire und Lancasſhire das Anſehen, wie wenn ſie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen ſieht man mit gelöſchtem oder an der Luft zerfallenem Kalk bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten ſeinen wohlthätigen Einfluß auf den ſteifen Thonboden ausübt.

Im Sinne der jetzt verlaſſenen Humustheorie ſollte man denken, daß der gebrannte Kalk eine ſehr nachtheilige Wirkung auf den Boden ausüben müßte, weil die darin enthaltenen organiſchen Materien durch den Kalk zerſtört, weil ſie unfähig dadurch gemacht werden, einer neuen Vegetation Humus abzugeben, allein es tritt ganz das Gegentheil

ein, die Fruchtbarkeit des Bodens findet ſich durch den Kalk erhöht. Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieſelſauren Salze, welche durch die Wirkung des Kalkes für die Pflanze aſſimilirbar gemacht werden. Iſt nebenbei noch eine verweſende Materie vorhanden, welche der Pflanze Kohlenſäure liefert, ſo wird die Entwickelung befördert, allein nothwendig iſt ſie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorſauren Salze, im Fall ſie in ihm fehlen, ſo haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt, denn die Atmoſphäre iſt ein ganz unerſchöpfliches Magazin von Kohlenſäure.

Einen nicht minder günſtigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens übt in torfreichen Gegenden das bloße Brennen deſſelben aus.

Die Beobachtung des merkwürdigen Wechſels in ſeinen Eigenſchaften, welche der Thon durch Brennen erfährt, iſt noch nicht alt, man hat ſie zuerſt in Mineralanalyſen an manchen Thonſilicaten gemacht. Viele derſelben, welche im natürlichen Zuſtande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man ſie vorher zum Glühen und Schmelzen erhitzt. Zu dieſen gehört der Töpferthon, Pfeifenthon, der Lehm und die verſchiedenen in der Ackerkrume vorhandenen Modificationen des Thons. Im natürlichen Zuſtande kann man ſie z. B. mit concentrirter Schwefelſäure ſtundenlang kochen, ohne daß ſich bemerklich davon auflöſ't; wird der Thon (wie der Pfeifenthon in manchen Alaunfabriken) aber ſchwach gebrannt, ſo löſ't er ſich mit der größten Leichtigkeit in der Säure, die darin enthaltene Kieſelerde wird als Kieſelgallerte im löslichen Zuſtande abgeſchieden.

Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den sterilsten Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflanzen enthält, aber ihr bloßes Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nützen. Der Boden muß der Luft, dem Sauerstoff, der Kohlensäure zugänglich, er muß für diese Hauptbedingungen, der freudigen Entwickelung der Wurzeln durchdringlich, seine Bestandtheile müssen in einem Zustande der Verbindung darin enthalten sein, der sie fähig macht, in die Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thon, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Glühhitze *).

Die große Verschiedenheit in dem Verhalten des gebrannten und ungebrannten Thons zeigt sich in vielen Gegenden, an den mit Ziegeln aufgeführten Gebäuden. In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen bestehen, bemerkt man an der Oberfläche der Mauern, schon nach wenigen Tagen, Auswitterungen von Salzen, welche sie wie mit einem weißen Filze überziehen. Werden diese Salze durch Regen abgewaschen, so kommen sie sehr bald wieder zum Vorschein, und dies beobachtet man selbst an Mauern, welche wie die Thore der Festung Lille Jahrhunderte lang schon stehen. Es sind dies kohlensaure und schwefelsaure Salze mit alkalischen Basen, welche bekanntlich in der Vegetation eine sehr wichtige Rolle spielen.

*) Der Schreiber dieses sah in Hardwick-Court bei Glocester den Garten des Herrn Baker, der, aus einem steifen Thon bestehend, aus dem Zustande der höchsten Sterilität in den der größten Fruchtbarkeit durch bloßes Brennen überging. Es war, da die Operation bis zu einer Tiefe von drei Fußen vorgenommen wurde, ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht.

Auffallend ist der Einfluß des Kalkes auf diese Salzauswitterungen; sie kommen nämlich zuerst an den Stellen zum Vorschein, wo sich Mörtel und Stein berühren.

Es ist klar, daß in Mischungen von Thon mit Kalk sich alle Bedingungen der Aufschließung des Thonerdesilicats, des Löslichwerdens der kieselsauren Alkalien vereinigt finden. Der in kohlensaurem Wasser sich lösende Kalk wirkt wie Kalkmilch auf den Thon ein, und hieraus erklärt sich der günstige Einfluß, den das Ueberfahren mit Mergel (womit man alle an Kalk reichen Thone bezeichnet) auf die meisten Bodenarten ausübt. Es giebt Mergelboden, welcher an Fruchtbarkeit für alle Pflanzengattungen alle andere Bodenarten übertrifft.

Noch weit wirksamer muß sich der Mergel in gebranntem Zustande zeigen, so wie die Materialien, die ihm ähnlich zusammengesetzt sind, hierher gehören bekanntlich alle Kalksteine, welche zur Bereitung des hydraulischen Kalkes sich eignen; durch sie werden dem Boden nicht allein die den Pflanzen nützlichen alkalischen Basen, sondern auch Kieselerde in dem zur Aufnahme fähigen Zustande zugeführt. Viele hydraulischen Kalke (die sogenannten natürlichen Cementsteine) geben, wenn sie im gebrannten Zustande mit Wasser gemischt einige Stunden stehen gelassen werden, soviel kaustisches Alkali an das Wasser ab, daß es gradezu wie eine schwache Lauge zum Waschen benutzt werden kann.

Die Braun- und Steinkohlenaschen sind als vortreffliche Mittel zur Verbesserung des Bodens an vielen Orten im Gebrauch; man erkennt diejenigen, welche ganz besonders diesen Zweck erfüllen, an ihrer Eigenschaft, mit Säuren zu gelatiniren, oder mit Kalkbrei gemischt nach einiger Zeit, wie der hydraulische Kalk, fest und steinhart zu werden.

Die mechaniſchen Operationen des Feldbaues, die Brache, die Anwendung des Kalkes und das Brennen des Thons, ſie vereinigen ſich, wie man ſieht, zur Erläuterung eines und deſſelben wiſſenſchaftlichen Princips, es ſind dies Mittel, um die Verwitterung der alkaliſchen Thonerdeſilicate zu beſchleunigen, um die Pflanzen beim Beginn einer neuen Vegetation mit gewiſſen, ihnen unentbehrlichen Nahrungsſtoffen zu verſehen.

Die voranſtehende Auseinanderſetzung bezieht ſich, wie ausdrücklich hervorgehoben werden muß, auf Felder, welche die zur Entwickelung der Gewächſe günſtige phyſikaliſche Beſchaffenheit beſitzen, denn neben den anderen zur Ernährung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen hat dieſe den größten Einfluß auf die Fruchtbarkeit. Ein ſchwerer feſter Thonboden ſetzt der Verbreitung und Vervielfältigung der Wurzeln der ſchnellwachſenden Sommerpflanzen einen zu großen Widerſtand entgegen; es iſt klar, daß dieſer den Wurzeln, ſo wie der Luft und Feuchtigkeit, zugänglicher wird durch die einfache Zumiſchung von mehr oder weniger feinem Quarz, daß er hierdurch mehr verbeſſert wird, als durch zu fleißiges Pflügen. Wenn wir einem lockern, der Feuchtigkeit und Luft zugänglichen Boden in der Form von Aſche die Beſtandtheile wiedergeben, die wir dem Felde in der Erndte genommen haben, ſo bleibt ſeine günſtige phyſikaliſche Beſchaffenheit, wie ſie urſprünglich war. Auf einem ſchweren feſten Thonboden können wir in ganz gleicher Weiſe die urſprüngliche chemiſche Zuſammenſetzung wiederherſtellen, allein dieſer nämliche Boden wird verbeſſert, wenn die entzogenen Bodenbeſtandtheile nicht in der Form von Aſche, ſondern in der Form von Thierexcrementen demſelben wiedergegeben werden; durch die Verbeſſerung der phyſikali-

schen Beschaffenheit wird in diesem Fall seine Fruchtbarkeit erhöht, ja diese Wirkung ist selbst bei ganz gleichem chemischen Gehalte für die verschiedenen Thierercremente höchst ungleich; die dichten, schweren (Schafsmist) unterscheiden sich darin wesentlich von den lockeren und porösen Thierercrementen (Kuhmist, Pferdemist).

In heißen Sommern, wo nur kurze leichte Regenschauer fallen, ist häufig der Ertrag der Felder von mittelmäßigem aber lockerm Boden größer, als der des sonst fruchtbarsten aber schweren Feldes. Während in dem lockern Felde der Regen sogleich aufgesaugt wird und zu den Wurzeln gelangt, verdunstet das Wasser auf dem schweren Boden früher, als wie es durchgelassen wird.

Ein Boden, der wie der Flugsand, so gut wie keinen Zusammenhang besitzt, ist für die Cultur der meisten Pflanzen ungeeignet. Es giebt zuletzt Bodenarten, welche dem chemischen Gehalt nach zu den fruchtbarsten gehören, die aber dennoch unfruchtbar für viele Gewächse sind, und hierher gehören namentlich solche, die aus Mischungen von Thon mit einer zu großen Menge sehr feinen Sandes bestehen. Ein solcher Boden verwandelt sich nach starken Regengüssen in einen breiartigen Schlamm, der zu einer festen harten, für die Luft undurchdringlichen Masse, ohne viel zu schwinden, eintrocknet.

Wenn man auf lockern Sand und Kalkboden, so wie auf das letzterwähnte Feld die Principien, worauf die Verbesserung der Felder in der Brache beruht, in ihrer ganzen Ausdehnung anwenden wollte, so würde man den beabsichtigten Zweck nicht erreichen. Ein an sich zu lockerer Boden, der das Wasser zu leicht durchläßt, oder der den Pflanzen eine Befestigung nicht gestattet, so wie ein fester Boden, dessen

Gemengtheile zu fein zertheilt ſind, der alſo ſeiner phyſikaliſchen Beſchaffenheit wegen minder fruchtbar iſt, kann durch diejenigen mechaniſchen Operationen des Feldbaues, die eine noch weiter getriebene Zertheilung bewirken, nicht verbeſſert werden.

Von den zur Fruchtbarkeit eines Bodens nothwendigen phyſikaliſchen Bedingungen, welche der Chemiker nicht mit in Rechnung bringt, rührt es her, daß die chemiſche Analyſe einer Ackererde nur einen ſehr untergeordneten Werth hat, daß der Gehalt an mineraliſchen Nahrungsſtoffen keinen Schluß rückwärts auf die Güte des Bodens geſtattet. Verbindet man die chemiſche mit der mechaniſchen Analyſe *), für welche letztere Herr Rham in Windſor einen ebenſo einfachen als zweckmäßigen Apparat beſchrieben hat, ſo hat man eine Grundlage mehr zu einer richtigeren Beurtheilung.

*) Der Beſtimmung nämlich der ungleichen Verhältniſſe an Gemengtheilen, des groben und feinen Sandes, ſo wie des Thons und der vegetabiliſchen Stoffe.

Die Wechselwirthschaft.

Die genauesten Untersuchungen der thierischen Körper haben dargethan, daß das Blut, die Knochen, die Haare u. s. w., so wie alle Organe, eine gewisse Anzahl von Mineralsubstanzen enthalten, mit deren Ausschluß in der Nahrung ihre Bildung nicht stattfindet.

Das Blut enthält Kali und Natron, in Verbindung mit Phosphorsäure, die Galle ist reich an Alkalien, die Substanz der Muskeln enthält eine gewisse Menge Schwefel, das Blutroth enthält Eisen, der Hauptbestandtheil der Knochen ist phosphorsaurer Kalk, die Nerven- und Gehirnsubstanz enthält Phosphorsäure und phosphorsaure Alkalien, der Magensaft enthält freie Salzsäure.

Wir wissen, daß die freie Salzsäure des Magensaftes, daß ein Theil des Natrons in der Galle vom Kochsalz stammt, daß wir der Verdauung, dem Leben, eine Grenze durch den bloßen Ausschluß von Kochsalz setzen.

Geben wir einer jungen Taube Weizenkörner (Chossat, Bericht an die Academie in Paris, Juni 1842) zur Nahrung, in denen der Hauptbestandtheil ihrer Knochen, der phosphorsaure Kalk fehlt, so sehen wir, wenn sie gehindert ist, den ihr nothwendigen Kalk sich anderwärts zu verschaffen, daß ihre Knochen immer dünner und zerbrechlicher werden, daß bei fortgesetzter Entziehung dieser Mineralsubstanz der Tod eintritt. Schließen wir den kohlensauren Kalk in der Nah-

rung der Vögel aus, ſo legen ſie Eier, denen die harte ſchützende Schale fehlt.

Geben wir einer Kuh einen Ueberfluß von Knollen und Wurzeln, wie Kartoffeln und Runkelrüben, zur Nahrung, welche phosphorſaure Bittererde, aber nur Spuren von Kalk enthalten, ſo muß für ſie der nämliche Fall wie für die junge Taube eintreten. Wenn wir jeden Tag der Kuh in der Milch eine gewiſſe Menge phosphorſauren Kalk hinwegnehmen, ohne ihr in der Nahrung einen Erſatz dafür zu gewähren, ſo muß dieſer Kalk von ihren Knochen genommen werden, welche nach und nach ihre Stärke und Feſtigkeit verlieren und das Gewicht ihres Körpers zuletzt nicht mehr zu tragen vermögen.

Fügen wir der Nahrung der Taube Gerſtenkörner oder Erbſen, oder der Nahrung der Kuh Gerſtenſtroh oder Klee hinzu, welche reich ſind an Kalkſalzen, ſo erhält ſich die Geſundheit des Thieres *).

Die Menſchen und Thiere empfangen ihr Blut und die Beſtandtheile ihrer Leiber von der Pflanzenwelt, und eine unergründliche Weisheit hat die Einrichtung getroffen, daß das Leben und Gedeihen der Pflanze auf's engſte geknüpft iſt an die Aufnahme der nämlichen Mineralſubſtanzen, welche für die Entwickelung des thieriſchen Organismus unentbehr-

*) Die Arbeiter in den Bergwerken Südamerika's, deren tägliches Geſchäft (das ſchwerſte vielleicht in der Welt) darin beſteht, eine Laſt Erz, im Gewicht von 180—200 Pfd., aus einer Tiefe von 450 Fuß, auf ihren Schultern zu Tage zu fördern, leben nur von Brod und Bohnen, ſie würden das Brod allein zur Nahrung vorziehen, allein ihre Herren, welche gefunden haben, daß ſie mit Brod nicht ſo ſtark arbeiten können, behandeln ſie wie Pferde und zwingen ſie, die Bohnen zu eſſen (Darwin, Journal of researches p. 324); die Bohnen ſind aber verhältnißmäßig an Knochenerde weit reicher als das Brod.

lich ſind; ohne dieſe anorganiſchen Stoffe, die wir als Beſtandtheile ihrer Aſche kennen, kann die Bildung des Keims, des Blatts, der Blüthe und Frucht nicht gedacht werden.

Der Gehalt der Culturpflanzen an den zur Ernährung der Thiere dienenden Beſtandtheilen iſt außerordentlich ungleich.

Die Knollen und Wurzelgewächſe ſtehen in ihrem chemiſchen Gehalte einander weit näher, als den Samen; die letzteren haben ſtets eine ähnliche Zuſammenſetzung.

Die Kartoffeln z. B. enthalten 75 bis 77 p. c. Waſſer und 23 bis 25 p. c. feſte Subſtanz. Wir ſind im Stande, durch einen mechaniſchen Procoeß die letztere zu zerlegen in 18 bis 19 Theile Amylon und in 3 bis 4 Theile trockner ſtärkemehlartiger Faſer. Man ſieht leicht, daß dieſe beiden zuſammengenommen, beinahe ſo viel wiegen wie die trocknen Kartoffeln ſelbſt. Die fehlenden zwei Procente beſtehen aus Salzen und der ſchwefel- und ſtickſtoffhaltigen Subſtanz, die wir als Albumin kennen.

Die Runkelrüben enthalten 88 bis 90 p. c. Waſſer. Fünfundzwanzig Theile trockner Rüben enthalten ſehr nahe die nämlichen Elemente wie 25 Theile trockner Kartoffeln. Wir haben darin 18 bis 19 Theile Zucker und 3 bis 4 Theile Zellgewebe; die fehlenden zwei Procente beſtehen zur Hälfte aus Salzen, der Reſt iſt Albumin.

Die weißen Rüben enthalten 90 bis 92 Theile Waſſer. Drei bis fünfundzwanzig Theile trockner Rüben enthalten 18 bis 19 Th. Pectin mit ſehr wenig Zucker, 3 bis 4 Th. Zellgewebe und 2 Th. an Salzen und Albumin. Zucker und Amylon enthalten keinen Stickſtoff, ſie ſind in den Pflanzen frei vorhanden, nie mit Salzen oder alkaliſchen Baſen verbunden, es ſind dies Verbindungen, welche aus dem Kohlenſtoff der Kohlenſäure und den Beſtandtheilen des Waſſers

gebildet worden ſind, deren Elemente in der Kartoffelpflanze die Form von Amylon, in der Runkelrübe die Form von Zucker, in der weißen Rübe die Form von Pectin angenommen haben.

In den Samen der Getreidepflanzen haben wir als ſchwefel- und ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheil Pflanzenfibrin, in den Erbſen, Bohnen, Linſen, Caſein, in den Samen der Oelpflanzen, Albumin und eine dem Caſein ſehr ähnliche Materie.

Das Pflanzenfibrin der Getreideſamen iſt begleitet von Amylon, der nämliche Körper iſt ein Beſtandtheil der Samenlappen der Leguminoſen; in den Oelſamen iſt das Amylon vertreten durch einen andern ſtickſtofffreien öl-, butter- oder wachsartigen Beſtandtheil.

Es iſt einleuchtend, daß wir je nach den Zwecken der Cultur, je nach den Beſtandtheilen, die wir zu erzielen beabſichtigen, den Pflanzen die Bedingungen darbieten müſſen, die zu ihrer Erzeugung nothwendig ſind. Für den Zucker oder das Amylon bedürfen wir der Zufuhr anderer Stoffe, wie für die ſchwefel- und ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile.

Wenn wir in einem heißen Sommer, wo in dem an Feuchtigkeit armen Boden die Zufuhr an löslichen Alkalien abgeſchnitten iſt, die Blätter der Linden und anderer Bäume ſich mit einem dicken Liquidum bedecken ſehen, welches eine große Menge Zucker enthält, ſo ſtammt zweifellos der Kohlenſtoff dieſes Zuckers von der aus der Luft aufgenommenen Kohlenſäure her. Die Erzeugung dieſes Zuckers erfolgte in den Blättern, alle Beſtandtheile der Blätter (und hierzu müſſen die Alkalien und alkaliſchen Erden gerechnet werden) nahmen Antheil daran. In feuchten Jahreszeiten erfolgt dieſe Ausſchwitzung von Zucker nicht, und wir können uns denken, daß bei einer völlig freien

ungehinderten Saftcirculation der Kohlenstoff, welcher als Zucker von den Blättern herabfließt, in dem Baume selbst zu anderen Bildungen verwendet worden wäre. Im Winter kann aus einem festgefrornen Boden von einer Zufuhr von Alkalien und alkalischen Erden nicht die Rede sein, wir haben dennoch keinen Grund daran zu zweifeln, daß während der Tageszeit die immergrünen Gewächse, die Blätter der Tannen und Fichten unausgesetzt Kohlensäure absorbiren, welche durch die Einwirkung des Lichtes unaufhörlich zerlegt wird. In der Zeit der hergestellten Saftcirculation wäre der Kohlenstoff dieser Kohlensäure vielleicht in Holz oder in einen andern Bestandtheil der Pflanze übergegangen, aus Mangel an Mitwirkung der hierzu nöthigen Bedingungen wird er als Harz, Balsam und flüchtiges Oel secernirt. Die Erzeugung des Zuckers, die des Harzes und flüchtigen Oels erfolgt in den Linden- und Fichtenblättern, alle Bestandtheile dieser Blätter haben einen gewissen Antheil daran; die darin enthaltenen Alkalien, der Kalk u. s. w., dürfen nicht als zufällig oder unthätig an der Aeußerung dieser Lebensfunction angesehen werden.

Zum Uebergang des Kohlenstoffs der Kohlensäure in Zucker gehören nicht nur gewisse äußere (Wärme, Luft) Bedingungen, sondern es müssen dazu noch andere mitwirken, die in der Pflanze selbst gegeben und vorhanden sein müssen.

Geben wir der Kartoffel, der Rübenpflanze, die nothwendigen Bestandtheile ihrer Blätter, der Organe nämlich, welche zur Aufsaugung und Assimilation der Kohlensäure bestimmt sind, so werden wir damit die Bedingungen der Amylon- und Zuckerbildung erfüllen.

Der Saft aller an Zucker, an Amylon reichen Vegetabilien, der meisten Holzpflanzen, ist reich an Kali, Natron

oder an alkaliſchen Erden. Dieſe Alkalien und alkaliſchen Erden können nicht als zufällige Beſtandtheile angeſehen werden, wir müſſen vorausſetzen, daß ſie zu gewiſſen Zwecken in dem Organismus der Pflanze dienen, daß ſie zur Bildung gewiſſer Verbindungen durchaus nothwendig ſind. Es iſt erwähnt worden, daß ſie in den Pflanzen mit organiſchen Säuren verbunden ſind, welche einzelne Pflanzengattungen inſofern charakteriſiren, als ſie niemals darin fehlen. Die organiſchen Säuren ſelbſt müſſen in dem Organismus der Pflanze gewiſſe Lebensfunctionen vermitteln. Wenn man ſich nun erinnert, daß die unreifen Früchte, die Weintrauben z. B., des großen Säuregehaltes wegen, nicht genießbar ſind, daß dieſe Früchte im Sonnenlichte ſich ganz ſo verhalten wie die Blätter, inſofern ſie nämlich das Vermögen beſitzen, Kohlenſäure aufzunehmen und Sauerſtoff auszugeben (de Sauſſure), daß mit der Abnahme der Säure die Zunahme an Zucker erfolgt, ſo läßt ſich kaum der Gedanke zurückweiſen, daß der Kohlenſtoff der organiſchen Säure in der unreifen Frucht zu einem Beſtandtheil des Zuckers in der gereiften wird, daß alſo durch ein Austreten von Sauerſtoff unter Hinzutreten der Beſtandtheile des Waſſers die Säure übergeht in Zucker.

Die Weinſäure in den Weintrauben, die Citronenſäure in den Kirſchen und Johannisbeeren, die Aepfelſäure in den Sommeräpfeln, welche auf den Bäumen reifen, wären hiernach in gewiſſen Pflanzen die Zwiſchenglieder des Ueberganges der Kohlenſäure in Zucker, beim Mangel an der geeigneten Temperatur und der Einwirkung des Sonnenlichtes würden ſie die hierzu nöthigen Veränderungen nicht erleiden.

Wir ſehen nun in den Früchten des Vogelbeerbaums auf die Weinſäure, die Aepfelſäure, auf die ſauerſtoffreichere

Säure die an Sauerstoff ärmere folgen, wir sehen die Aepfelsäure in den Beeren nach und nach beinahe gänzlich verschwinden, und finden an ihrer Stelle Gummi und Schleim, die vorher darin fehlten, und eben so viel Gründe, wie wir für den Uebergang des Kohlenstoffs der Weinsäure zu einem Bestandtheile der auf sie folgenden Aepfelsäure haben, an dem wohl schwerlich Jemand zweifelt, genau so viel haben wir für den Uebergang dieser Säuren in Zucker. Die Meinung, daß eine Pflanze Kohlensäure assimilire, daß diese Kohlensäure in ihrem Organismus die Form von Weinsäure, Traubensäure, Citronsäure lediglich deshalb annehmen soll, um als letzter Zweck wieder in Kohlensäure zurückverwandelt zu werden, diese Meinung kann vernünftiger Weise nicht gehegt werden.

Wenn diese Ansicht in Beziehung auf den Antheil, den die organischen Säuren in gewissen Culturpflanzen an der Bildung des Zuckers nehmen, sich bestätigt, so muß sie für die Bildung aller anderen ihm ähnlich zusammengesetzten stickstofffreien Materien gleiche Geltung haben, die Bildung des Amylons, des Pectins und Gummi's erfolgt also hiernach nicht unmittelbar, nicht sprungweise aus dem Kohlenstoff der Kohlensäure und den Bestandtheilen des Wassers, sondern es findet ein allmäliger Uebergang Statt, in Folge der Erzeugung von Verbindungen, die immer ärmer an Sauerstoff und immer reicher an Wasserstoff werden. Die Bildung des Terpentinöls kann ohne die Entstehung von analogen Zwischengliedern nicht gedacht werden.

Wenn aber die sauerstoffreichen organischen Verbindungen, die Säuren, die Entstehung der sauerstoffärmeren, des Zuckers, des Amylons u. s. w. vermitteln, so ist klar, daß in den Culturpflanzen, in denen die Säuren nur selten

frei, ſondern meiſtens in der Form von Salzen vorhanden ſind, die Alkalien und alkaliſchen Baſen als die Bedingungen angeſehen werden müſſen zur Entſtehung ihrer ſtickſtoffreien Beſtandtheile. Ohne die Gegenwart dieſer Baſen kann ſich vielleicht eine organiſche Säure, allein ohne die Säure oder einen ihr ähnlich wirkenden Körper kann ſich im Organismus dieſer Pflanzen kein Zucker, kein Amylon, kein Gummi und Pectin bilden. In den Früchten und Samen, in welchen die organiſchen Säuren frei, d. h. nicht als Salze enthalten ſind, wie die Citronenſäure in den Citronen, die Oxalſäure in den Kichererbſen, bildet ſich kein Zucker. Nur in den Pflanzen entſteht Zucker, Gummi, Amylon, in denen die Säuren ſich vereinigt finden mit Baſen, in welchen ſich lösliche Salze dieſer Baſen befinden.

Gleichgültig welchen Werth man dieſer Anſicht über den Antheil, den die alkaliſchen Baſen an dem Lebensproceß der Vegetabilien nehmen, beilegen will, die beſtimmte Thatſache, daß in den ſich entwickelnden jungen Trieben, Blättern und Knospen *), in den Theilen der Pflanzen alſo, in welchen

*) 1000 Theile Tannenholz geben 3,28 Theile Aſche,
1000 » Tannennadeln » 62,25 » Aſche.
Die Aſche der Tannennadeln beträgt mithin über 20mal mehr als die des rindenfreien Holzes, ſie enthält in 100 Theilen (Hertwig),

kohlenſaure Alkalien	10,72	12,70 in Waſſer lösliche Salze.
Kochſalz		
ſchwefelſaures Kali	1,95	
kieſelſaures Kali	3,90	
kohlenſauren Kalk	63,32	86,30 im Waſſer unlösliche Beſtandtheile.
Bittererde »	1,86	
phosphorſaure Bittererde	6,35	
» Kalk		
baſiſch phosphorſ. Eiſenoxyd	0,88	
» » Thonerde	0,71	
Kieſelerde	10,31	

das Assimilationsvermögen in größter Intensität wahrgenommen wird, daß in diesen der Gehalt an alkalischen Basen am stärksten ist, daß die an Zucker und an Amylon reichsten Gewächse nicht minder ausgezeichnet sind durch ihren Gehalt an alkalischen Basen und organischen Säuren, diese Erfahrung kann dieser Vorstellung wegen für die Landwirthschaft ihre Bedeutung nicht verlieren.

Wenn wir Zucker und Amylon begleitet finden von Salzen, die durch organische Säuren gebildet sind, wenn die Erfahrung vorliegt, daß mit dem Mangel an den alkalischen Basen die ganze Entwickelung der Pflanze, die Bildung des Zuckers, Amylons, der Holzfaser eingeschränkt, daß mit ihrer Zufuhr ihr üppiges Gedeihen befördert wird, so ist klar, daß wir in der Cultur, wenn ein Maximum an Ertrag erzielt werden soll, bei allem Ueberfluß an Kohlensäure und Humus den vorgesetzten Zweck nicht erreichen, wenn wir die Alkalien als eine der Bedingungen des Uebergangs der Kohlensäure in Zucker und Amylon, gleichgültig in welcher Weise sie hierbei mitwirken, nicht in reichlicher Menge und in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande den Pflanzen darbieten *).

*) Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Flechtensäure u. s. w. sind in dem Organismus der Pflanze erzeugt, ihr Kohlenstoff stammt von der Kohlensäure her.

Wir finden diese Säuren in den Gewächsen, verbunden mit Kali, mit Kalk, mit Bittererde zu Salzen, deren kleinste Theilchen sich selbst überlassen, ihren eigenen Anziehungen folgen, dies zeigt sich in ihrer Krystallisirbarkeit.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diesen Verbindungen der Charakter des organischen Lebens noch nicht zukommt, eben weil die beobachtbar in ihnen thätige Kraft nicht die Lebenskraft, sondern die Cohäsionskraft ist. Ganz dasselbe muß von dem Zucker angenommen werden, welcher ebenfalls krystallisirbar ist.

Wir müssen voraussetzen, daß die kleinsten Theilchen der Producte,

Ein jeder Theil und Bestandtheil des Körpers stammt von den Pflanzen ab. Durch den Organismus der Pflan-

---

welche aus der Kohlensäure gebildet worden sind, der in der lebendigen Pflanze auf sie einwirkenden Thätigkeit sich eben so unterordnen, wie die kleinsten Theilchen der Kohlensäure selbst, daß also der Kohlenstoff der Oxalsäure, Weinsäure u. s. w. die Fähigkeit besitzen muß, zu einem Bestandtheil eines mit Lebenskraft begabten Organs überzugehen.

In den organischen Säuren läßt sich dieser Uebergang mit Leichtigkeit verfolgen.

Denken wir uns, daß 12 Aeq. Kohlensäure, bei Gegenwart einer Basis und durch Einwirkung des Lichtes, in Folge der auf ihre Elemente einwirkenden Lebenskraft, den vierten Theil ihres Sauerstoffgehaltes verlieren, so haben wir Oxalsäure. Diese Säure kann im wasserfreien Zustande gedacht, auf keine andere Weise aus Kohlensäure erzeugt worden sein.

$C_{12}\ O_{24} - O_6 = C_{12}\ O_{18} = 6$ Aeq. wasserfreie Oxalsäure.

Die Oxalsäure existirt nicht im wasserfreien Zustande. Als Oxalsäure-Hydrat enthält sie 1 Aeq. Wasser, das Kali-, Kalk- und Magnesiasalz enthalten ebenfalls Wasser. Das Oxalsäure-Hydrat besteht aus:

$C_{12}\ O_{18} + H_{12}\ O_6 = C_{12}\ H_{12}\ O_{24} = 6$ Aeq. Oxalsäure-Hydrat.

Man beobachtet leicht, daß Kohlensäure und Oxalsäure-Hydrat eine gleiche Menge Sauerstoff enhalten. Wir können uns deshalb Oxalsäure-Hydrat entstanden denken aus Kohlensäure, in deren Zusammensetzung eine gewisse Menge Wasserstoff aufgenommen worden ist.

Wenn durch die fortdauernde Einwirkung der nämlichen Thätigkeiten aus der Oxalsäure neue Quantitäten Sauerstoff ausgeschieden werden, so haben wir Weinsäure oder Aepfelsäure. Durch Austreten von 9 Aeq. Sauerstoff entsteht Weinsäure, wenn 12 Aeq. Sauerstoff abgeschieden werden, haben wir Aepfelsäure.

Oxalsäure-Hydrat $C_{12}H_{12}O_{24} - O_9 = C_{12}H_{12}O_{15} = 3$ Aeq. Weinsäure.

» » $C_{12}H_{12}O_{24} - O_{12} = C_{12}H_{12}O_{12} = 3$ Aeq. Aepfelsäure.

Durch ein einfaches Austreten von Wasser aus den Elementen der Aepfelsäure entsteht Citronsäure, wir wissen, daß wir durch den Einfluß der Wärme aus Citronsäure — Aconitsäure, aus Aepfelsäure — Flechtensäure und Maleinsäure hervorzubringen vermögen.

Aepfelsäure $C_{12}H_{12}O_{12} - H_2O = C_{12}H_{10}O_{11} = 3$ Aeq. Citronensäure

» $C_{12}H_{12}O_{12} - 3H_2O = C_{12}H_6O_9 = 3$ Aeq. Flechtensäure.

Wir können nun die Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure betrachten

zen werden die Verbindungen gebildet, welche zur Blutbildung dienen, es kann keinem Zweifel unterliegen, daß in

---

als Verbindungen von Oxalsäure mit Zucker, mit Gummi, mit Holzfaser, oder den Elementen derselben:

Weinsäure Oxalsäure trockner Traubenzucker.

$$2\,(C_{12}\,H_{12}\,O_{15}) = C_{12}\,O_{18} + C_{12}\,H_{24}\,O_{12}$$

in der Art also, daß durch Hinzutreten neuer Quantitäten Wasserstoff alle diese Säuren zur Bildung von Zucker, Amylon, Gummi dienen können; bei diesem Uebergang müssen, wie sich von selbst versteht, die Alkalien, die mit den Säuren verbunden waren, wieder frei werden; sie müssen die Fähigkeit erlangen, dieselbe Rolle auf's neue zu spielen. Es ist hiernach denkbar, daß ein Aequivalent Alkali dazu dienen kann, um 10, 20 bis 100 Aequivalente Kohlenstoff zu einem Bestandtheil der Pflanze übergehen zu machen, nur in der Zeit muß die Quantität der vorhandenen Basis einen Unterschied bewirken.

Wenn eine perennirende immergrüne Pflanze, durch Hülfe einer gegebenen Quantität Kali, eine gewisse Quantität Kohlenstoff in irgend einer Form während der Dauer des ganzen Jahres assimilirt, so muß, um dieselbe Quantität in dem vierten Theil der Zeit in die Pflanze übergehen zu machen, einem Sommergewächs viermal soviel Kali zugeführt werden

Gay-Lussac beobachtete zuerst, daß Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Zucker, Holzfaser u. s. w. durch Berührung mit Alkali in einer höhern Temperatur wieder zurückgeführt werden in Kohlensäure.

Diese Zersetzungsweise ist gerade der umgekehrte Proceß, der in den Pflanzen vor sich geht. In dem letztern treten zur Kohlenstoffverbindung, zur Kohlensäure, die Elemente des Wassers, es entsteht Oxalsäure, Weinsäure u. s. w. in Folge einer Abscheidung von Sauerstoff.

In dem genannten chemischen Processe treten zu den Elementen der Oxalsäure, Weinsäure u. s. w. die Elemente des vorhandenen Wassers, sie werden in Kohlensäure zurückgeführt in Folge einer Abscheidung von Wasserstoff.

Ohne alle Gasentwickelung spaltet sich bei Gegenwart eines Alkali's die Weinsäure und Citronensäure schon bei einer Temperatur von 200 Graden in Oxalsäure, während ihre anderen Elemente zu Essigsäure zusammentreten. Die wasserfreie Essigsäure enthält aber Kohlenstoff und die Bestandtheile des Wassers genau in dem nämlichen relativen Verhältniß wie die Holzfaser (Peligot), die unter ganz ähnlichen Bedingungen in der That auch Essigsäure liefert.

Diese Zersetzungsweise hat einen ausgezeichneten französischen Che-

den zur Ernährung dienenden Theilen der Pflanzen, nicht bloß ein oder zwei, sondern alle Bestandtheile des Blutes zugegen sein müssen.

Wir können uns nicht denken, daß in dem Körper eines Thieres Blut, in dem Körper einer Kuh Milch gebildet werden kann, wenn in ihrer Nahrung ein einziger von den Bestandtheilen fehlt, welche als gleich nothwendige Bedingungen zur Unterhaltung aller Lebensfunctionen angesehen werden müssen.

Die schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffe sowohl, wie die Alkalien und phosphorsauren Salze sind Blutbestandtheile, der Uebergang der ersteren in Blut kann nicht gedacht werden, ohne die Gegenwart oder Mitwirkung der anderen.

Die Fähigkeit eines Pflanzentheils, das Leben eines Thieres zu erhalten, seine Blut- und Fleischmasse zu vermehren, steht hiernach in geradem Verhältniß zu seinem Gehalt an den organischen Blutbestandtheilen und der zu ihrem Uebergange in Blut nothwendigen Menge an Alkalien, phosphorsauren Salzen und Chlormetallen (Kochsalz oder Chlorkalium).

Es ist gewiß in hohem Grade merkwürdig und für die Agricultur bedeutungsvoll, daß die schwefel- und stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe, die wir als organische Blutbestandtheile bezeichnet haben, in allen Pflanzentheilen, wo sie vorkommen, stets begleitet sind von phosphorsauren Salzen.

Der Saft der Kartoffeln, der Runkelrüben enthält das vegetabilische Albumin, begleitet von Salzen mit alkalischen

---

miker dahin geführt, fertig gebildete Oxalsäure in der Weinsäure anzunehmen, jedenfalls sind ihre Elemente darin neben denen eines zweiten Körpers zugegen, welcher wie Zucker, Gummi und Holzfaser als eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser betrachtet werden kann.

Basen und löslicher phosphorsaurer Bittererde, in den Samen der Erbsen, Linsen, Bohnen, dem Samen der Getreidearten haben wir phosphorsaure Alkalien und Erdsalze.

Die Samen und Früchte, welche am reichsten sind an den organischen Blutbestandtheilen, enthalten auch die anorganischen, die phosphorsauren Salze, in überwiegender Menge, und in den anderen, wie in Kartoffeln und Wurzelgewächsen, die verhältnißmäßig so arm sind an den ersteren, sind auch die anderen in weit geringerer Menge zugegen.

Das gleichzeitige Vorkommen beider Klassen von Verbindungen ist so constant, daß ein inniger Zusammenhang nicht verkannt werden kann. Es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß die Entstehung und Bildung der organischen Blutbestandtheile in dem Organismus der Pflanze auf's engste an die Gegenwart der phosphorsauren Salze geknüpft ist.

Wir müssen voraussetzen, daß auch mit der reichlichsten Zufuhr an Kohlensäure, Ammoniak und der schwefelsauren Salze, welche den Schwefel liefern, die organischen Blutbestandtheile sich in der zu ihrem Uebergange in Blut geeigneten Form nicht bilden werden, wenn es an Alkalien und phosphorsauren Salzen fehlt, die wir als constante Begleiter derselben finden.

Aber auch angenommen, sie seien in dem Organismus der Pflanze ohne Mitwirkung dieser Materien erzeugbar, so würden sie im Körper des Thieres weder in Blut, noch in Fleisch, überzugehen vermögen, wenn sie (die mineralischen Blutbestandtheile) in dem Pflanzentheil fehlen, der zur Nahrung gegeben wird.

Von allen theoretischen Betrachtungen abgesehen, muß

der rationelle Landwirth alſo in Beziehung auf den Zweck, den er zu erreichen ſtrebt, genau ſo verfahren, wie wenn von der Gegenwart der unorganiſchen Blutbeſtandtheile (der phosphorſauren Salze und der Alkalien) die Production der organiſchen abhängig wäre; er muß ſeinen Pflanzen alle zur Bildung der Blätter, Stengel und Samen nothwendigen Beſtandtheile geben, und wenn er auf ſeinen Feldern ein Maximum von Blut und Fleiſch erzielen will, ſo muß er diejenigen Beſtandtheile derſelben in reichlicherer Menge zuführen, welche die Atmoſphäre nicht liefern kann *).

---

*) Wenn man friſch aus der Ader fließendes Blut zur Trockne verdampft, verkohlt und zu Aſche verbrennt, dieſe Aſche ſodann mit Waſſer auslaugt, ſo erhält man eine alkaliſch reagirende Flüſſigkeit, welche kein kohlenſaures Alkali enthält, die alſo mit Säuren nicht im mindeſten aufbrauſ't; dieſe Blutaſche beſteht aus wechſelnden Mengen:

von phosphorſauren Alkalien,
» phosphorſaurem Kalk,
» phosphorſaurer Bittererde,
» baſiſch phosphorſaurem Eiſenoxyd,
» Kochſalz,
» ſchwefelſauren Alkalien.

Die Aſche der Samen enthält:

	des Rothweizens (Freſenius)	des weißen Weizens (Will)	Roggens (Freſenius)	Erbſen (Will)	Saubohnen (vicia faba). (Büchner)
phosphorſaures Kali	36,51 —	52,98 —	52,91 —	52,78	68,59
phosphorſaures Natron	32,13 —	0,00 —	9,27 —	5,67	
phosphorſauren Kalk	3,35 —	5,06 —	5,21 —	10,77 —	9,35
phosphorſ. Bittererde	19,61 —	32,96 —	26,91 —	13,78 —	19,11
phosphorſ. Eiſenoxyd	3,04 —	0,67 —	1,88 —	2,46	
ſchwefelſaures Kali	Spuren		2,98 —	9,09 —	1,84
Kochſalz				3,96	
kieſelſaures Kali			0,34	—	1,11
Kieſelerde	0,15 —	0,30			
Kohle, Sand	4,99 —	8,03 —	0,50		

In den obigen Analyſen ſind die phosphorſauren Alkalien in den Erbſen und Bohnen als dreibaſiſche Salze, die der Samen der Alka-

Amylon, Zucker, Gummi enthalten Kohlenſtoff, und die Elemente des Waſſers, ſie finden ſich nie mit Alkalien vereinigt, ſie enthalten keine phosphorſauren Salze. Wir können uns denken, daß in zwei Spielarten derſelben Pflanze, bei Zufuhr einer gleichen Menge mineraliſcher Nahrungsſtoffe, ſich ſehr ungleiche Mengen von Amylon oder Zucker bilden, daß wir von zwei gleichen Flächen auf völlig gleiche Weiſe vorbereitetes Land, von zwei Spielarten Gerſte, von der einen die Hälfte oder das doppelte Gewicht mehr Samen, als von der andern erndten, allein dieſer Mehrertrag kann nur auf ihre ſtickſtofffreien und nicht auf ihre ſchwefel- und ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile bezogen werden; für eine gleiche, dem Boden zugeführte und in die Pflanze übergegangene Menge der anorganiſchen Blutbeſtandtheile muß in den Samen eine ihnen entſprechende Menge der organiſchen gebildet werden, in der einen kann im Ganzen nicht mehr davon als in der andern vorhanden ſein.

Nur wenn die eine Pflanze in der gegebenen Zeit weniger Stickſtoff zugeführt erhält, wird ſich eine Verſchiedenheit herausſtellen; beim Mangel an Ammoniak wird eine entſprechende Menge der anorganiſchen Blutbeſtandtheile keine Verwendung finden.

Von zwei verſchiedenen Pflanzengattungen, die wir auf einem Felde von gleicher Beſchaffenheit cultiviren, wird die-

---

lien als zweibaſiſche enthalten und berechnet. Wie man leicht bemerkt, kann keine der Samen-Aſchen mit Säuren aufbrauſen, weil ſie, wie die Blutaſche, kein kohlenſaures Alkali enthält, die Salze des Blutes ſind ganz die nämlichen, wie die der Samen. Bleibt die Aſche des Blutes oder der Erbſen und Saubohnen an der feuchten Luft liegen, ſo zieht ſie Kohlenſäure an, das dreifach baſiſche phosphorſaure Salz mit alkaliſcher Baſis giebt den dritten Theil ſeiner Baſis an die Kohlenſäure ab und verwandelt ſich in zweifach baſiſches.

jenige dem Boden die größte Menge anorganiſcher Blutbeſtandtheile (phosphorſaure Salze) entziehen, in deren Organismus die größte Menge an organiſchen Blutbeſtandtheilen (ſchwefel- und ſtickſtoffhaltige Verbindungen) erzeugt wird.

Die eine Pflanze wird den Boden daran erſchöpfen, während er unter gleichen Bedingungen bei dem Anbau der andern, die ihm eine kleinere Menge phosphorſaurer Salze entzog, für eine dritte Pflanzengattung noch fruchtbar bleibt.

Daher kommt es denn, daß mit der Ausbildung gewiſſer Pflanzentheile, welche, wie die Samen, alle anderen in ihrem Gehalte an organiſchen Blutbeſtandtheilen bei weitem übertreffen, der Boden weit mehr an phosphorſauren Salzen verliert und daran erſchöpft wird, als durch die Cultur der krautartigen Pflanzen, oder von Knollen- und Wurzelgewächſen, die verhältnißmäßig ſehr wenig davon enthalten.

Es iſt ferner klar, daß zwei Pflanzen, die in gleichen Zeiten einerlei Mengen der nämlichen Beſtandtheile bedürfen, wenn ſie neben einander auf dem nämlichen Boden wachſen, ſich in die Beſtandtheile des Bodens theilen werden. Was die eine davon in ihren Organismus aufnimmt, kann von der andern nicht verwendet werden.

Enthält der Boden auf einem begrenzten Raume (Oberfläche und Tiefe) nicht mehr an dieſen anorganiſchen Nahrungsſtoffen, als zehn Pflanzen zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedürfen, ſo werden zwanzig Exemplare derſelben Pflanzen, auf der nämlichen Oberfläche gebaut, nur ihre halbe Ausbildung erreichen; in der Anzahl ihrer Blätter, Stärke der Halme und Anzahl der Körner muß ſich ein Unterſchied ergeben.

Zwei Pflanzen derſelben Art müſſen ſich gegenſeitig ſchaden, wenn ſie in einer gewiſſen Nähe wachſend, weniger von den ihnen nothwendigen Nahrungsſtoffen im Boden oder in

der Atmosphäre, die sie umgiebt, vorfinden, als sie zu ihrer vollendeten Ausbildung bedürfen. Keine Pflanze wirkt in dieser Weise nachtheiliger auf eine Weizenpflanze, als eine zweite Weizenpflanze, keine mehr auf eine Kartoffelpflanze, als eine Kartoffelpflanze. Wir finden in der That, daß die Culturpflanzen an dem Rande der Aecker an Stärke, an Anzahl und Reichhaltigkeit der Samen und Knollen, die in der Mitte wachsenden, bei weitem übertreffen.

Derselbe Fall muß sich aber in ganz gleicher Weise wiederholen, wenn wir die nämliche Pflanze anstatt neben einander, mehrere Jahre hinter einander auf demselben Boden cultiviren. Nehmen wir an, der Boden enthalte eine für 1000 Erndten Weizen genügende Menge von kieselsauren und phosphorsauren Salzen, so wird er nach 1000 Jahren völlig unfruchtbar für diese Pflanzengattung sein. Denken wir uns die Oberfläche dieses Feldes bis zu der Tiefe hinweggenommen, in welcher die Pflanzen der früheren Erndten wurzelten, machen wir die Oberfläche zum Untergrund und den Untergrund zur Oberfläche, so haben wir eine neue Oberfläche, die, weit weniger erschöpft, uns wieder eine Reihe von Erndten verbürgt, allein auch dieser Zustand der Fruchtbarkeit hat eine Grenze.

Je weniger reich der Boden an diesen, den Pflanzen so unentbehrlichen mineralischen Nahrungsstoffen ist, desto früher wird der Zeitpunkt der Erschöpfung eintreten; es ist aber klar, daß wir ihn in den ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückversetzen, wenn wir die frühere Zusammensetzung wieder herstellen, wenn wir ihm also die Bestandtheile wiedergeben, die wir in den Pflanzen geerndtet und hinweggenommen hatten.

Zwei Pflanzen werden neben oder hinter einander culti-

virt werden können, wenn ſie ungleiche Mengen der nämlichen Beſtandtheile in ungleichen Zeiten bedürfen, ſie werden ſich nicht einander ſchaden, und auf's üppigſte neben einander gedeihen, wenn ſie zu ihrer Entwickelung verſchiedenartiger Bodenbeſtandtheile bedürfen.

Die Verſuche von de Sauſſure und vielen anderen Naturforſchern haben dargethan, daß die Samen von Vicia Faba, von Phaseolus vulgaris, von Erbſen und Gartenkreſſe (Lepidium sativum) in feuchtem Sande, in feuchterhaltenen Pferdehaaren keimen und bis zu einem gewiſſen Grade ſich entwickeln; wenn aber die in den Samen enthaltenen Mineralſubſtanzen zur weitern Ausbildung nicht mehr hinreichen, ſo fangen ſie an zu ſchmachten, ſie blühen zuweilen, ſetzen aber niemals Samen an.

Wiegmann und Polſtorf ließen in einem weißen mit Königswaſſer ausgekochten, und von der Säure durch ſorgfältiges Waſchen befreiten Sande *) Pflanzen verſchiedener Gattungen vegetiren; Gerſte und Hafer, die in dieſem Sande wuchſen, erreichten bei gehöriger Befeuchtung mit ammoniakfreiem Waſſer eine Höhe von 1½ Fuß, ſie kamen zur Blüthe, ſetzten aber keinen Samen an und welkten nach der Blüthe ab. Vicia sativa erreichte eine Höhe von 10 Zoll, blühte, ſetzte Schoten an, allein ſie enthielten keinen Samen.

Tabak, in dieſen Sand geſäet, entwickelt ſich ganz nor-

---

*) Dieſer Sand enthielt in 1000 Theilen:

979,00 Kieſelerde,
3,20 Kali,
8,76 Thonerde,
3,15 Eiſenoxyd,
4,84 Kalk,
0,09 Bittererde.

Siehe Preisſchrift Seite 28.

mal, allein vom Junius bis October erreichten die Pflänzchen nur die Höhe von 5 Zoll; ſie erhielten nur vier Blätter, keinen Stengel.

Es ergab ſich aus der Unterſuchung der Aſche dieſer Pflanzen, ſo wie aus der Analyſe der Samen, daß der an ſich ſo unfruchtbare Sand, ſo wenig er auch an Kali und löslichen Beſtandtheilen enthielt, nichts deſto weniger eine gewiſſe Menge davon an ſie abgegeben hatte, von denen die Entwickelung der Halme und Blätter abhängig war, allein dieſe Pflanzen konnten nicht zum Samentragen kommen, weil es offenbar an den zur Bildung der Samenbeſtandtheile nöthigen Stoffen gänzlich fehlte.

In der Aſche der in dieſem Sande gewachſenen Pflanzen ließ ſich in den meiſten die Gegenwart von Phosphorſäure nachweiſen, allein ſie entſprach nur der Menge derſelben, welche dem Boden in dem Samen zugeführt worden war. In der Aſche der Tabakspflanze, deren Samen bekanntlich ſo klein ſind, daß ihr Phosphorſäure-Gehalt für die Aufſuchung verſchwindet, ließ ſich keine Spur davon entdecken.

Was die Theorie in Hinſicht auf die Urſache der Unfruchtbarkeit dieſes Sandes mit Beſtimmtheit vorherſagte, iſt durch Wiegmann und Polſtorf zur Evidenz dargethan worden. Sie nahmen den nämlichen Sand und bereiteten ſich durch Zuſatz von lauter künſtlich in einem Laboratorium bereiteten Salzen einen künſtlichen Boden damit (ſiehe Anhang), ſie ſäeten in dieſen Boden die nämlichen Pflanzen, und ſahen ſie darin auf's üppigſte gedeihen. Der Tabak bekam einen über drei Fuß hohen Stengel und viele Blätter, am 25. Junius fing er an zu blühen und ſetzte gegen den 10. Auguſt Samen an, von denen am 8. September reife Samenkapſeln mit vollkommenen Samen genommen wurden.

In einer ganz gleichen Weiſe entwickelte ſich die Gerſte, der Hafer, das Heidekorn, der Klee, ſie alle wuchſen freudig, blühten und lieferten reifen und vollkommnen Samen.

Es iſt vollkommen gewiß, daß das Gedeihen dieſer Gewächſe in dem vorher ganz unfruchtbaren Sande abhängig war von den zugeſetzten Salzen; die für alle gleiche Fruchtbarkeit wurde dieſem künſtlichen Boden gegeben durch den Zuſatz gewiſſer Subſtanzen, deren Gegenwart ſich in der ausgebildeten Pflanze, in dem Stengel, den Blättern, den Samen nachweiſen läßt, deren Vorhandenſein im Boden und in den Gewächſen, ihre Nothwendigkeit für das Leben der Pflanze außer Zweifel ſetzt.

Wir ſind alſo im Stande, den unfruchtbarſten Boden in den Zuſtand der größten Fruchtbarkeit für jede Pflanzengattung zu verſetzen, wenn wir ihm die Beſtandtheile geben, welche ſie zu ihrer Entwickelung bedürfen. Es würde zwar weder die Arbeit noch die Koſten lohnen, einen völlig unfruchtbaren Sand nach dieſen Principien fruchtbar zu machen, allein auf unſere gewöhnlichen Ackererden angewandt, die an ſich ſchon viele dieſer Beſtandtheile enthalten, genügt es die fehlenden zu erſetzen, diejenigen zu vermehren, welche in zu kleiner Menge vorhanden ſind, und dem Boden durch die Kunſt des Ackerbaues die phyſikaliſche Beſchaffenheit zu geben, welche ihn für Feuchtigkeit und Luft zugänglich machen, und den Pflanzen geſtatten, ſich dieſe Bodenbeſtandtheile anzueignen.

Die verſchiedenen Pflanzengattungen bedürfen zu ihrem Wachsthum und ihrer vollkommnen Ausbildung entweder die nämlichen anorganiſchen Nahrungsſtoffe, aber in ungleicher Menge oder in ungleichen Zeiten, oder ſie bedürfen verſchiedener Mineralſubſtanzen. Auf der Verſchiedenheit der zu ihrer

Entwickelung nöthigen Nahrungsstoffe, welche der Boden darbieten muß, beruht es, daß manche Pflanzengattungen neben einander wachsend sich gegenseitig in ihrer Entwickelung hemmen, daß andere hingegen üppig neben einander gedeihen.

Vergleichen wir in der That die Bestandtheile der Asche der nämlichen Pflanze, die auf verschiedenem Boden sich entwickelt hat, so finden wir nur sehr geringe Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung. In dem Stroh der Gramineen haben wir als nie wechselnden Bestandtheil Kieselsäure und Kali, in ihrem Samen phosphorsaures Kali und phosphorsaure Bittererde. In dem Erbsenstroh, in dem Klee findet sich eine reichliche Menge Kalk. Wir wissen ferner, daß in gewissen Pflanzengattungen das Kali durch Natron, der Kalk vertreten werden kann durch Bittererde.

Aus den Untersuchungen Bouſſingault's (Ann. de ch. et de phys. 3. Serie T. I. p. 242.) geht ferner hervor, daß auf einer gleichen Fläche (4 Morgen) des nämlichen Feldes einmal gedüngt, in 5 hinter einander folgenden Erndten dem Boden entzogen werden:

		Bodenbestandtheile	
1.	Jahr von einer Erndte Kartoffeln (Knollen ohne Kraut) . .	246,8	Pfd.
2.	» » » » Weizen (Stroh und Korn)	371,0	»
3.	» » » » Klee	620,0	»
4.	» » » » Weizen *)	488,0	»
	» » » » Brachrüben	108,8	»
5.	» » » » Hafer (Korn und Stroh	215,0	»

*) In einer zweiten und dritten Fruchtfolge.

	Bodenbestandtheile
Durch eine Erndte Runkelrüben*) (Wurzeln ohne Blätter) . .	399,6 Pfd.
„ „ „ Erbsen (Korn und Stroh) .	618,0 „
„ „ „ Roggen „ „ „ . .	284,6 „
Topinambour (Hel. tuberosus)	660,0 „

Aus diesen Zahlen, welche die Quantitäten von anorganischen Substanzen ausdrücken, die von verschiedenen Pflanzen dem nämlichen Boden entzogen werden, die wir also in der Erndte hinwegnehmen, ergiebt sich, daß verschiedene Pflanzen ungleiche Gewichte dieser Bodenbestandtheile in ihren Organismus aufnehmen.

Die nähere Betrachtung ihrer Aschenbestandtheile zeigt ferner, daß sie in Beziehung auf ihre Qualität wesentlich von einander abweichen.

Die Runkelrüben, Kartoffeln und weißen Rüben hinterlassen im trocknen Zustande verbrannt, von tausend Theilen 90 Theile Asche, welche leicht schmelzbar ist und eine große Menge kohlensaures Kali und Salze mit alkalischen Basen enthält. Von diesen 90 Theilen lösen sich 75 Theile in kaltem Wasser.

Zweitausend Theile trocknes Farrenkraut geben ebenfalls

---

*) In der oben angeführten fünfjährigen Fruchtfolge findet sich Weizen zweimal aufgeführt, in dem zweiten Jahr wurden durch eine Erndte Weizen dem Boden 371 Pfund, in dem vierten Jahr 458 Pfund anorganische Stoffe entzogen. Diese Differenz liegt in der ungleichen Menge von Stroh und Korn, die in diesen beiden Jahren geerndtet wurden. In dem einen Jahr betrug das Gewicht des Strohes und Korns zusammengenommen 8790 Pfund, in dem andern hingegen 10858. Das relative Verhältniß ihrer Asche ist ganz dasselbe wie diese Zahlen.

90 Theile Aſche, aber von dieſen 90 Theilen löſ't ſich nichts oder nur eine Spur im Waſſer (Berthier).

In einer ähnlichen Weiſe verhält ſich die Aſche von Weizenſtroh, von Gerſten-, von Erbſen-, Bohnenſtroh, des Tabaks ꝛc. Von gleichen Gewichten ihrer Aſche löſen ſich ſehr ungleiche Mengen ihrer Beſtandtheile im Waſſer. Es giebt Aſchen, die ganz, es giebt andere, die nur zur Hälfte im Waſſer löslich ſind, es giebt wieder andere Pflanzenaſchen, welche nur Spuren im Waſſer löslicher Beſtandtheile enthalten.

Wenn wir die im Waſſer unlöslichen Theile der Aſchen mit einer Säure übergießen, mit Salzſäure z. B., ſo finden wir, daß von vielen Pflanzen der Rückſtand, den das Waſſer läßt, vollkommen in Säuren löslich iſt (Runkelrüben, Kartoffeln, weiße Rüben), daß von anderen dieſer Rückſtände die eine Hälfte von der Säure gelöſ't wird, während die andere widerſteht, daß von wieder anderen nur ein Drittel oder noch weniger von der Säure aufgenommen wird.

Die in kaltem Waſſer löslichen Beſtandtheile der Pflanzenaſchen beſtehen ohne Ausnahme aus Salzen mit alkaliſchen Baſen (Kali, Natron). Die in Säuren löslichen Beſtandtheile ſind Kalk und Bittererdeſalze, der in Säuren unlösliche Rückſtand iſt Kieſelerde.

Nach dem ungleichen Gehalt an dieſen in ihrem Verhalten gegen Waſſer und Säuren ſo verſchiedenen Beſtandtheilen, laſſen ſich die Culturpflanzen eintheilen in Kalipflanzen, welche mehr als die Hälfte ihres Gewichtes an löslichen alkaliſchen Salzen enthalten, in Kalkpflanzen, in denen die Kalkſalze, und in Kieſelpflanzen, in welchen die Kieſelerde vorwaltet, eintheilen. Es ſind dies ge-

rade die Bestandtheile, die sie zu ihrer Entwickelung in reichlichster Menge bedürfen, und durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden.

Zu den Kalipflanzen gehören die Chenopodien, die Melden, der Wermuth ꝛc., unter den Culturpflanzen die Runkelrübe, die weiße Rübe, der Mais. Zu den Kalkpflanzen die Flechten (welche oxalsauren Kalk enthalten), der Cactus (der krystallisirten weinsauren Kalk enthält), der Klee, die Bohnen, die Erbsen, und der Tabak.

Zu den Kieselpflanzen der Weizen, der Hafer, der Roggen, die Gerste *).

		Kali und Natronsalze.	Kalk u. Bittererdesalze.	Kieselerde.
Kieselpflanzen	Haferstroh mit Samen **)	34,00 —	4,00 —	62,00
	Weizenstroh ***) . . .	22,00 —	7,20 —	61,05
	Gerstenstroh mit Samen **)	19,00 —	25,70 —	55,03
	Roggenstroh †) . . .	18,65 —	16,52 —	63,89

*) Die Asche eines guten Wiesenheues (die aus einem Gemenge der Aschen von Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen besteht) gab in 100 Theilen (Haidlen):

Kieselerde	60,1
phosphorsaurer Kalk . .	16,1
» » Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Magnesia	8,6
Gyps	1,2
schwefelsaures Kali . .	2,2
Chlorkalium	1,3
kohlensaures Natron .	2,0
Verlust	0,8

**) Wiegmann und Polstorf.

***) de Saussure.

†) Fresenius.

		Kali und Natronſalze.	Kalk u. Bittererdeſalze.	Kieſelerde.
Kalkpflanzen	Tabak, havanna *) .	24,34	67,44	8,30
	„ deutſcher *) . .	23,07	62,23	15,25
	„ im künſtl. Boden **)	29,00	59,00	12,00
	Erbſenſtroh *) . . .	27,82	63,74	7,81
	Kartoffelkraut ***) . .	4,20	59,40	36,40
	Wieſenklee **) . . .	39,20	56,00	4,90
Kalipflanzen	Maisſtroh †)	71,00	6,50	18,00
	Weiße Rüben	81,60	18,40	
	Runkelrüben ††) . . .	88,00	12,00	
	Kartoffelknollen ††) . .	85,81	14,19	
	Helianthus tuberosus †††)	84,30	15,70	

Dieſe Eintheilung bietet, wie ſich von ſelbſt verſteht, keine ſcharfen Grenzen dar, es ließen ſich eine große Anzahl Unterabtheilungen machen, für Pflanzen namentlich, in denen die Alkalien erſetzbar ſind durch Kalk und Bittererde. So weit unſere Erfahrungen reichen, findet wohl in unſeren Culturpflanzen ein Erſatz von Kali durch Natron Statt, aber ein Erſatz der Alkalien durch Kalk iſt in dieſen noch nicht beobachtet worden.

So gehört die Kartoffelpflanze in Hinſicht auf die Beſtandtheile ihrer Blätter zu den Kalkpflanzen, in Beziehung auf die der Knollen (welche nur unbeſtimmte Spuren von Kalk enthalten) zu den Kalipflanzen.

---

*) Hertwig.
**) Wiegmann und Polſtorf.
***) Berthier und Braconnot.
†) de Sauſſure.
††) Hruſchauer.
†††) Braconnot.

Bei den Kieselpflanzen sind diese Unterschiede ganz besonders wahrnehmbar.

Man sieht leicht, daß, verglichen mit dem Hafer und dem Weizen, in Beziehung auf die in Salzsäure löslichen Bestandtheile, die Gerste zu den Kalkpflanzen gehört, während sie nach ihrem Kieselerdegehalt den Kieselpflanzen zugerechnet werden muß. So enthält die Runkelrübe phosphorsaure Bittererde und nur Spuren von Kalk, die weiße Rübe phosphorsauren Kalk und nur Spuren von Bittererde.

Aus der Menge der Asche und ihrer bekannten Zusammensetzung läßt sich mit Leichtigkeit berechnen, an welchen Bestandtheilen und in welchem Grade die einzelnen Pflanzengattungen, die Kieselpflanzen, Kalk- und Kalipflanzen den Boden erschöpfen.

Das folgende Beispiel wird dies anschaulich machen.

In einer Erndte werden dem Boden (4 Morgen Hess.) entzogen durch:

	Salze mit alkalischen Basen.		Kalk, Bittererde- Eisenoxydsalze.		Kieselerde.
Weizen	im Stroh 95,31	Pfd.	— 34,75	Pfd.	Pfd.
	im Korn 35,20	130,51	— 32,80	67,55	— 260,05
Erbsen	im Stroh 154,40		— 354,80		
	im Korn 44,02	198,42	— 16,68	371,48	— 46,60
Roggen	im Stroh 40,73		— 36,00		
	im Korn 42,05	82,78	— 21,82	57,82	— 139,77
Runkelrüben ohne Blätter		361,00 —		37,84 —	»
Helianthus tuberosus .		556,00 —		104,00 —	»

An phosphorsauren Salzen wurden dieser Fläche durch diese Erndten entzogen *):

*) In diesen Zahlen hat man kein genaues aber ein annäherndes Verhältniß der Bodenbestandtheile, die in den verschiedenen Erndten hin-

Erbſen*).	Weizen.	Roggen.	Topinambour.	Rüben**).
117 —	112,43 —	77,05 —	122 —	37,84.

Nach dem Vorhergegangenen empfingen die Pflanzen von dem Boden, auf dem ſie zur vollkommenen Entwickelung, zur Blüthe und Fruchtbildung gelangen, gewiſſe Beſtandtheile; in reinem Waſſer, in reiner Kieſelerde, oder in ei-

---

weggenommen werden. Die Analyſen der Aſchen ſind ſoweit benutzt worden, als ſie bis dahin gemacht und bekannt waren. Die des Weizenſamens und Stroh iſt von de Sauſſure, die des Erbſenſtrohes von Hertwig, die der Erbſen von Dr. Will, die der Aſche des Roggenſtrohes und Samens von Dr. Freſenius, der Runkelrüben von Hruſchauer, des Helianthus tub. von Braconnot. Genaue und zuverläſſige Zahlen werden nur dann erhalten werden, wenn von einer gegebenen Oberfläche, der Aſchengehalt der darauf gewonnenen Frucht beſtimmt, und dieſe Aſche ſelbſt der Analyſe unterworfen wird, alſo nicht wie in dem Obigen, wo die Analyſe ſich auf die Aſche einer Pflanze bezieht, die in einer andern Gegend und auf einem andern Boden und unter anderen Verhältniſſen gewonnen wurde. So z. B. erhielt Bouſſingault vom Erbſenſtroh (ſtark gedüngt) 11,2 p. c. Aſche, de Sauſſure nur 8 p. c. (mit Samen) und Hertwig nur 5 p. c. Dieſe Zahlen ändern die abſolute Menge, aber auf die relativen Verhältniſſe haben ſie wenig oder keinen Einfluß.

Die Aſchen-Analyſen von Sprengel konnten nicht benutzt werden, weil ſie durchweg falſch ſind, und nicht das geringſte Vertrauen verdienen. So z. B. beſteht die Aſche der Samen von Weizen, von Erbſen, Saubohnen, Roggen ꝛc. aus phosphorſauren Salzen ohne alle Beimiſchung von kohlenſauren, dieſe Aſchen enthalten keine Kieſelſäure. Sprengel findet in den Erbſen 18 p. c., im Roggen 15 p. c. Kieſelerde. Die Aſche des Roggenſamens enthält 48 p. c., die der Erbſen 34,23 p. c. waſſerfreie Phosphorſäure, er giebt in den Erbſen 4 p. c., in dem Roggen 8 p. c. Phosphorſäure an. Bemerkenswerth iſt, daß in der Erbſenaſche alle Baſen als dreibaſiſch phosphorſaure Salze, in der Aſche des Roggens und Weizens als zweibaſiſche enthalten ſind.

*) Stark gedüngt.

**) Stark gedüngt.

nem Boden, in welchem dieſe Beſtandtheile fehlen, ſehen wir die Entwickelung der Pflanzen in eine ſehr enge Grenze eingeſchloſſen; fehlt die Zufuhr von Alkalien, von Kalk und Bittererde, ſo wird nur eine der in dem Samen als Vorrath dieſer Subſtanzen entſprechende Menge Halme, Blätter, Blüthen gebildet werden. Fehlt es an phosphorſauren Salzen, ſo bildet ſich der Samen nicht aus.

Je raſcher ſich die Pflanze entwickelt, je ſchneller ihre Blätter an Anzahl und Größe zunehmen, deſto größer muß in einer gegebenen Zeit die Zufuhr an alkaliſchen Baſen ſein.

Es iſt klar, wenn alle Pflanzen ohne Unterſchied dem Boden gewiſſe Pflanzentheile entziehen, ſo kann keine ihn verbeſſern oder reicher und fruchtbarer für eine andere Pflanzengattung machen. Wenn wir in Gegenden, auf denen ſeit undenklichen Zeiten die Vegetation nicht gewechſelt hat, den Wald in Culturland verwandeln, wenn wir die Aſche der gefällten Bäume und Sträucher auf dem Felde vertheilen, ſo haben wir dem im Boden vorhandenen, einen neuen Vorrath von alkaliſchen Baſen, von phosphorſauren Salzen hinzugefügt, welcher für hundert und mehr Erndten gewiſſer Gewächſe hinreicht.

Enthält dieſer Boden leichtverwitterbare Silicate, ſo haben wir darin lösliches kieſelſaures Kali oder Natron, welche der Halm der Kieſelpflanzen zu ſeiner Ausbildung nöthig hat; mit den vorhandenen phosphorſauren Salzen haben wir auf einem ſolchen Boden alle Bedingungen, um eine Reihe von Jahen hindurch ununterbrochen Getreide darauf zu erzielen.

Fehlt es dieſem Boden an dieſen Silicaten, oder enthält er nur begrenzte Mengen davon, enthält er hingegen eine

reichliche Menge Kalk- und phosphorſaure Salze, ſo werden wir eine Anzahl von Jahren hindurch Tabak, Erbſen, Bohnen ꝛc. und Wein davon erndten können.

Empfängt der Boden von allen dieſen Stoffen, die er an die Pflanzen abgegeben hat, nichts zurück, ſo muß ein Zeitpunkt eintreten, wo er an eine neue Vegetation keinen dieſer Beſtandtheile mehr abgeben kann, wo er völlig erſchöpft, völlig unfruchtbar ſelbſt für Unkrautpflanzen werden muß.

Je nach dem ungleichen Gehalt an dieſen verſchiedenen Subſtanzen, wird dieſer Zuſtand der Unfruchtbarkeit für die eine Pflanzengattung früher eintreten, als für eine andere. Iſt der Boden reich an Silicaten, aber arm an phosphorſauren Salzen, ſo wird er durch den Anbau von Weizen früher erſchöpft werden, als durch Hafer oder Gerſte, eben weil wir in einer Weizenerndte mehr phosphorſaure Salze im Samen und im Stroh hinwegnehmen, als in drei oder vier Gerſte- oder Hafererndten *). Fehlt es dieſem Boden an Kalk, ſo wird die Gerſte nur unvollkommen darauf gedeihen.

Es iſt der Mangel an dieſen zur Samenbildung unentbehrlichen Salzen, welcher verurſacht, daß wir, bei allem Ueberfluß an kieſelſauren Salzen, in dem einen Jahr das neunfache, in den darauf folgenden nur das dreifache oder doppelte Korn von Weizen auf demſelben Boden erndten können.

Auf dem nämlichen an alkaliſchen Silicaten reichen Bo-

*) Das Gewicht der Aſche einer Erndte Weizenſamen verhält ſich zu dem einer Erndte Hafer wie 34 : 42,6, die darin enthaltenen phosphorſauren Salze wie 26 : 10; die phosphorſauren Salze im Stroh ungerechnet.

den, welcher eine begrenzte Menge phosphorsaurer Salze enthält, wird der Zeitpunkt der Erschöpfung an diesen Salzen später eintreten, wenn wir den Weizen abwechseln lassen mit Pflanzen, die wir vor dem Samentragen erndten, oder was das Nämliche ist, durch die wir nur eine geringe Menge von phosphorsauren Salzen hinwegnehmen.

Cultiviren wir auf diesem Boden Erbsen oder Bohnen, so werden diese nach der Erndte Kieselerde im löslichen Zustande genug für eine darauf folgende Weizenerndte zurücklassen, allein diese Pflanzen werden ihn an phosphorsauren Salzen genau so stark erschöpfen, wie der Weizen selbst, weil die Samen beider zu ihrer Ausbildung einer nahe gleichen Menge davon bedürfen.

Durch den Wechsel mit Tabak, mit Kartoffeln oder Klee, mit Pflanzen also, deren Samen sehr klein sind, und verhältnißmäßig nur wenig phosphorsaure Salze enthalten, deren Knollen und Blätter nur geringe Mengen davon zu ihrer Ausbildung bedürfen, werden wir in Stand gesetzt, die Erschöpfung des Bodens an phosphorsauren Salzen aufzuhalten, aber eine jede derselben hat ihn um eine gewisse Menge phosphorsaurer Salze ärmer gemacht; wir haben durch den Wechsel mit anderen Gewächsen den Zeitpunkt der Erschöpfung weiter hinausgeschoben, wir haben dem Gewichte nach, mehr Zucker, Amylon ꝛc. geerndtet, aber an eigentlichen Nahrungsstoffen, an Blutbestandtheilen nicht gewonnen. Ist der Boden arm an Kalksalzen, so werden unter sonst gleichen Bedingungen der Tabak, der Klee und die Erbsen nicht gedeihen, ohne daß das Wachsthum der Runkelrübe oder weißen Rübe, vorausgesetzt, daß es an Alkalien nicht fehlt, dadurch beeinträchtigt wird.

Wenn auf einem Boden, welcher schwer oder langsam

verwitternde Silicate enthält, in ſeinem natürlichen Zuſtande durch den Einfluß der Atmoſphäre erſt in drei oder vier Jahren ſo viel Kieſelſäure zur Aufſchließung gelangt, als für eine Weizenerndte hinreicht, ſo wird man, vorausgeſetzt, daß es an den zur Samenbildung nöthigen phosphorſauren Salzen nicht fehlt, erſt von drei zu drei Jahren Weizen auf dieſem Felde bauen können. Wir können dieſen Zwiſchenraum abkürzen, die Verwitterung beſchleunigen und einen größern Vorrath von löslichen kieſelſauren Salzen ſchaffen, wenn wir durch die mechaniſche Bearbeitung die Oberfläche des Bodens vergrößern und ihn der Luft und Feuchtigkeit zugänglicher machen, oder wenn wir durch Anwendung von gebranntem Kalk die Zerſetzung des Silicates befördern, es iſt aber gewiß, daß durch alle dieſe Mittel, wenn ſie auch eine Zeitlang uns reichere Erndten ſichern, der Boden um ſo früher ſeine natürliche Fruchtbarkeit verlieren muß.

Iſt das Verhältniß von dem in drei oder vier Jahren aufgeſchloſſenen Alkali und Kieſelerde nur für eine einzige Erndte Weizen hinreichend, iſt alſo nicht mehr Alkali in Freiheit geſetzt und verwendbar geworden, ſo können wir in der Zwiſchenzeit ohne Nachtheil für die Weizenerdte auf dem nämlichen Boden keine anderen Pflanzen cultiviren, denn dasjenige Alkali, was dieſe letztere nöthig hat, zu ihrer eigenen Entwickelung, kann zum Nutzen der Weizenpflanze nicht verwendet werden.

Aus dem bekannten Verhältniß von Alkali und Kieſelerde, welche in der Verwitterung der Silicate bei ihrem Uebergange in Thon und bei der Aufſchließung des Thons*)

*) Mit jedem Aequivalente Kali, was ſich von den Beſtandtheilen eines Aeq. Feldſpaths trennt, wird 1 Aeq. Kieſelerde in Freiheit geſetzt.

in Freiheit geſetzt worden, ergiebt ſich, daß für eine gegebene Menge der löslich gewordenen Kieſelerde, der Boden, eine weit größere Menge Alkali im löslichen Zuſtande empfängt, als dem Verhältniß entſpricht, in welchem beide in dem Stroh der Getreidepflanzen enthalten ſind.

In der Zeit der Brache, die wir in letzterm Fall zwiſchen je zwei Weizenerndten legen müſſen, können wir deshalb den Ueberſchuß der Alkalien zur Cultur einer andern Pflanze verwenden, welche Salze mit alkaliſcher Baſis, aber keine Kieſelerde im löslichen Zuſtande bedarf. Wir können Runkelrüben, ja Kartoffeln vor dem Weizen bauen, wenn das an Kieſelerde reiche Kraut der letzteren, dem Felde nicht genommen wird.

In dem Vorhergehenden haben wir die Aenderungen in der Beſchaffenheit und Zuſammenſetzung in Betrachtung gezogen, welche ein Feld erleidet, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hindurch, eine Reihenfolge von Culturgewächſen geerndtet haben.

Wenn dieſes Feld ein gehöriges Verhältniß von alkaliſchen Silicaten, Thon, Kalk und Bittererde enthält, ſo wird man darin einen verhältnißmäßig unerſchöpflichen Vorrath von Alkalien, alkaliſchen Erden und Kieſelerde haben, mit dem Unterſchied jedoch, daß derſelbe nicht überall zu gleichen Zeiten verwendbar für die Pflanze iſt. Wir können durch mechaniſche Bearbeitung, ſo wie durch chemiſche Mittel (Kalk u. ſ. w.) die Zeit verkürzen, in welcher dieſer Vorrath eine zu den Lebensfunctionen der Pflanze geeignete Form erhält, allein dieſe Stoffe reichen nicht hin, um der Pflanze eine vollendete Entwickelung zu geſtatten.

In dem Weizenſtroh, Haferſtroh und Roggenſtroh ſind auf 10 Aeq. Kieſelerde nur 1 Aeq., höchſtens zwei, an Alkalien enthalten.

Wenn in demſelben phosphorſaure und ſchwefelſaure Salze fehlen, ſo wird die Pflanze nicht zum Samentragen kommen, eben weil alle Samen ohne Unterſchied Verbindungen enthalten, in denen Phosphorſäure ſo wie Schwefel nie fehlende Beſtandtheile ausmachen.

Mit allem Ueberfluß an dieſen anderen Beſtandtheilen wird der Boden völlig unfruchtbar werden, wenn der Zeitpunkt eintritt, wo er an eine neue Vegetation keine phosphor- und ſchwefelſaure Salze mehr abgeben kann.

Wir müſſen annehmen, daß zur Bildung der Halme, des Krautes, zur Fixirung des Kohlenſtoffs, zur Erzeugung von Zucker, Amylon und Holzfaſer eine gewiſſe Quantität Alkali (bei den Kalipflanzen), oder ein Aequivalent Kalk (bei den Kalkpflanzen) nöthig iſt, allein wir müſſen uns denken, daß mit aller Zufuhr an Ammoniak und Kohlenſäure ſich nur eine, den phosphorſauren Salzen entſprechende Menge, der ſogenannten Blutbeſtandtheile in dem Organismus der Pflanze bilden kann. Die Erzeugung der ſtickſtoff- und ſchwefelhaltigen Beſtandtheile des Saftes ſteht mit ihrer Gegenwart in der engſten Beziehung.

Ein jeder Boden, auf welchem irgend eine Unkrautpflanze zur Entwickelung gelangt, iſt zur Cultur geeignet, im Fall die Unkrautpflanze beim Verbrennen eine alkaliſche Aſche hinterläßt. Die Alkalien dieſer Aſche ſtammen von Silicaten her, neben dem Alkali muß lösliche Kieſelerde vorhanden ſein.

Ein ſolcher Boden enthält vielleicht die für eine Kartoffel- oder Rübenerndte hinreichende Menge von phosphorſaurer Bittererde und phosphorſaurem Kalk, ohne deshalb reich genug daran für eine Weizenerndte zu ſein.

Aus dieſen Betrachtungen ergiebt ſich die große Wichtig-

keit, die man in der Kunst des Ackerbaues, den phosphorsauren Salzen beizulegen hat. Diese Salze finden sich stets nur in geringer Menge in der Ackererde, und um so größere Aufmerksamkeit muß darauf verwendet werden, um jeder Erschöpfung daran vorzubeugen.

Jedermann weiß, daß in dem begrenzten, wiewohl ungeheuern Raum des Meeres, ganze Welten von Pflanzen und Thieren aufeinander folgen; daß eine Generation dieser Thiere alle ihre Elemente von den Pflanzen erhält, daß die Bestandtheile ihrer Organe, nach dem Tode des Thieres, die ursprüngliche Form wieder annehmen, in welcher sie einer neuen Generation von Thieren zur Nahrung dienen.

Der Sauerstoff, den die Seethiere in ihrem Athmungsproceß, der daran so reichen, im Wasser gelöst'en Luft (sie enthält 32 bis 33 Volum p. c., die atmosphärische nur 21 p. c. Sauerstoff) entziehen, er wird in dem Lebensproceß der Seepflanzen dem Wasser wieder ersetzt; er tritt an die Producte der Fäulniß der gestorbenen Thierleiber, verwandelt ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Hinzutritt oder Hinwegnahme eines Elementes, ein ewiger Kreislauf stattfindet, der nicht in seiner Dauer, wohl aber in seinem Umfang begrenzt ist, durch die in dem begrenzten Raume in endlicher Menge enthaltene Nahrung der Pflanze.

Wir wissen, daß bei den Seegewächsen von einer Zufuhr von Nahrung, von Humus, durch die Wurzel, nicht die Rede sein kann. Welche Nahrung kann in der That die faustdicke Wurzel des Riesentangs aus einem nackten Felsstücke ziehen, an dessen Oberfläche man nicht die kleinste Veränderung

wahrnimmt, eine Pflanze, welche eine Höhe von 360 Fuß erreicht (Cook), von welcher ein Exemplar mit seinen Blättern und Zweigen tausende von Seethieren ernährt! Diese Pflanzen bedürfen offenbar nur einer Befestigung, eines Haltpunktes, was den Wechsel des Ortes hindert, oder eines Gegenstandes, wodurch ihr geringeres specifisches Gewicht ausgeglichen wird, sie leben in einem Medium, was allen ihren Theilen die ihnen nöthige Nahrung zuführt; das Meerwasser enthält ja nicht allein Kohlensäure und Ammoniak, sondern auch die phosphorsauren und kohlensauren Alkalien und Erdsalze, welche die Seepflanze zu ihrer Entwickelung bedarf, die wir als nie fehlende Bestandtheile in ihrer Asche finden.

Alle Erfahrungen geben zu erkennen, daß die Bedingungen, welche das Dasein und die Fortdauer der Seepflanzen sichern, die nämlichen sind, welche das Leben der Landpflanzen vermittlen.

Die Landpflanze lebt aber nicht wie die Seepflanze, in einem Medium, was alle ihre Elemente enthält, und jeden Theil ihrer Organe umgiebt, sondern sie ist auf zwei Medien angewiesen, von denen das eine, der Boden, die Bestandtheile enthält, die in dem andern, der Atmosphäre, fehlen.

Wie ist es möglich, kann man fragen, daß man jemals über den Antheil, den der Boden, den seine Bestandtheile an dem Gedeihen der Pflanzenwelt nahmen, im Zweifel sein konnte? daß es eine Zeit gab, wo man die mineralischen Bestandtheile der Pflanze nicht als nothwendig und wesentlich betrachtete!

Auch an der Oberfläche der Erde hat man ja den nämlichen Kreislauf beobachtet, einen unaufhörlichen Wechsel, eine ewige Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts.

Die Erfahrungen in der Agricultur geben zu erkennen, daß die Zunahme von Pflanzenſtoff auf einer gegebenen Oberfläche wächſt, mit der Zufuhr von gewiſſen Stoffen, welche urſprünglich Beſtandtheile der nämlichen Bodenoberfläche waren, die von der Pflanze daraus aufgenommen wurden; die Excremente der Menſchen und Thiere ſtammen ja von den Pflanzen, es ſind ja gerade die Materien, welche in dem Lebensproceß des Thieres oder nach ſeinem Tode die Form wieder erhalten, die ſie als Bodenbeſtandtheile beſaßen.

Wir wiſſen, daß die Atmoſphäre keinen dieſer Stoffe enthält, daß ſie dieſelben nicht erſetzt, wir wiſſen, daß ihre Hinwegnahme von dem Acker eine Ungleichheit der Production, einen Mangel an Fruchtbarkeit nach ſich zieht, daß wir durch Hinzuführung dieſer Stoffe die Fruchtbarkeit erhalten, daß wir ſie vermehren können.

Kann nun nach ſo vielen, ſo ſchlagenden Beweiſen, über den Urſprung der Beſtandtheile der Thiere und der Beſtandtheile der Pflanzen, den Nutzen der Alkalien, der phosphorſauren Salze, des Kalks, der kleinſte Zweifel über die Principien herrſchen, auf welchen die rationelle Agricultur beruht?

Beruht denn die Kunſt des Ackerbaus auf etwas anderem als auf der Wiederherſtellung des geſtörten Gleichgewichtes?

Iſt es denkbar, daß ein reiches fruchtbares Land mit einem blühenden Handel, welches Jahrhunderte lang die Producte ſeines Bodens in der Form von Vieh und Getreide ausführt, ſeine Fruchtbarkeit behält, wenn der nämliche Handel ihm nicht die entzogenen Beſtandtheile ſeiner Aecker, welche die Atmoſphäre nicht erſetzen kann, in der Form von Dünger wieder zuführt! Muß nicht für dieſes Land der nämliche

Fall eintreten, wie für die einst so reichen fruchtbaren Gegenden Virginiens, in denen kein Weizen und kein Tabak mehr gebaut werden kann!

In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremder Agricultur verzehrt; die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuern Oberfläche kehren aber nicht auf die Aecker zurück. Einrichtungen, welche in der Sitte und Gewohnheit des Volkes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermeßliche Menge der phosphorsauren Salze (der wichtigsten, wiewohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammlen, welche täglich in der Form von Urin und festen Excrementen den Flüssen zugeführt werden.

Wir sahen für die an phosphorsauren Salzen so erschöpften englischen Felder den merkwürdigen Fall eintreten, daß die Einfuhr von Knochen (phosphorsauren Kalkes) von dem Continente, den Ertrag derselben, wie durch einen Zauber um's Doppelte erhöhte.

Die Ausfuhr dieser Knochen muß aber, wenn sie in dem nämlichen Maßstabe fortdauern sollte, nach und nach den deutschen Boden erschöpfen; der Verlust ist um so größer, da ein einziges Pfund Knochen soviel Phosphorsäure, wie ein ganzer Centner Getreide enthält.

Tausende von Centnern an phosphorsauren Salzen führt die Themse und die anderen Flüsse Großbrittanniens jährlich dem Meere zu.

Tausende von Centnern der nämlichen Materien, welche aus dem Meere stammen, fließen jetzt in dem Guano jährlich in das Land wieder zurück.

Die unvollkommene Kenntniß von der Natur und den

Eigenſchaften der Materie, gab in der alchemiſtiſchen Periode zu der Meinung Veranlaſſung, daß die Metalle, das Gold, ſich aus einem Samen entwickelten. Man ſah in den Kryſtallen und ihren Veräſtelungen die Blätter und Zweige der Metallpflanze, und alle Beſtrebungen gingen dahin, um den Samen und die zu ſeiner Entwickelung geeignete Erde zu finden. Ohne einem gewöhnlichen Pflanzenſamen ſcheinbar etwas zu geben, ſah man ihn ja zu einem Halm, zu einem Stamm ſich entwickeln, welcher Blüthen und wieder Samen trug. Hatte man den Metallſamen, ſo dürfte man ähnliche Hoffnungen hegen.

Dieſe Vorſtellungen konnte nur eine Zeit gebären, wo man von der Atmoſphäre ſo gut wie Nichts wußte, wo man von dem Antheil, den die Erde, den die Luft an den Lebensproceſſen in der Pflanze und dem Thiere nimmt, keine Ahnung hatte.

Die heutige Chemie ſtellt die Elemente des Waſſers dar, ſie ſetzt dieſes Waſſer mit allen ſeinen Eigenſchaften aus dieſen Elementen zuſammen, aber ſie kann dieſe Elemente nicht ſchaffen, ſie kann ſie nur aus dem Waſſer gewinnen. Das neugebildete künſtliche Waſſer iſt früher Waſſer geweſen.

Viele unſerer Landwirthe gleichen den alten Alchemiſten, wie dieſe dem Stein der Weiſen, ſo ſtreben ſie dem wunderbaren Samen nach, der ohne weitere Zufuhr von Nahrung auf ihrem Boden, der kaum reich genug für die einheimiſch gewordenen Pflanzen iſt, hundertfältig tragen ſoll!

Die ſeit Jahrhunderten, ſeit Jahrtauſenden gemachten Erfahrungen, ſind nicht im Stande, ſie vor immer neuen Täuſchungen zu bewahren; die Kraft des Widerſtandes gegen

ſolchen Aberglauben kann nur die Kenntniß wahrer wiſſenſchaftlicher Principien gewähren.

In der erſten Zeit der Philoſophie der Natur war es das Waſſer allein, aus dem ſich das Organiſche entwickelte, dann war es das Waſſer und gewiſſe Beſtandtheile der Luft, und jetzt wiſſen wir mit der größten Beſtimmtheit, daß noch andere Hauptbedingungen, welche die Erde liefert, zu dieſen beiden ſich geſellen müſſen, wenn die Pflanze das Vermögen ſich fortzupflanzen und zu vervielfältigen erlangen ſoll.

Die Menge der in der Atmoſphäre enthaltenen Nahrungsſtoffe der Pflanzen iſt begrenzt, allein ſie muß vollkommen ausreichend ſein, um die ganze Erdrinde mit einer reichen Vegetation zu bedecken.

Beachten wir, daß unter den Tropen und in den Gegenden der Erde, wo ſich die allgemeinſten Bedingungen der Fruchtbarkeit, Feuchtigkeit, ein geeigneter Boden, Licht und eine höhere Temperatur vereinigen, daß dort die Vegetation kaum durch den Raum begrenzt iſt, daß da, wo der Boden zur Befeſtigung fehlt, die abſterbende Pflanze, ihre Rinde und Zweige ſelbſt zum Boden werden. Es iſt klar, daß es den Pflanzen dieſer Gegenden an atmoſphäriſchem Nahrungsſtoff nicht fehlen kann, er fehlt auch unſeren Culturpflanzen nicht.

Durch die unaufhörliche Bewegung der Atmoſphäre wird allen Pflanzen eine gleiche Menge von den zu ihrer Entwickelung nöthigen luftförmigen Nahrungsſtoffen zugeführt, die Luft unter den Tropen enthält nicht mehr davon wie die Luft in den kalten Zonen, und dennoch wie verſchieden ſcheint das Productionsvermögen von gleichen Flächen Landes dieſer verſchiedenen Gegenden zu ſein.

Alle Pflanzen der tropiſchen Gegenden, die Oel- und Wachspalmen, das Zuckerrohr enthalten, verglichen mit unſeren Culturgewächſen, nur eine geringe Menge der eigentlichen, zur Ernährung des Thieres nothwendigen Blutbeſtandtheile; die Knollen der einem hohen Strauche gleichen Kartoffelpflanze in Chili würden, von einem ganzen Morgen Land geſammelt, kaum hinreichen, um das Leben einer irländiſchen Familie einen Tag lang zu friſten (Darwin). Die zur Nahrung dienenden Pflanzen, welche Gegenſtände der Cultur ſind, ſind ja nur Mittel zur Erzeugung dieſer Blutbeſtandtheile. Beim Mangel an den Elementen, die zu ihrer Erzeugung der Boden liefern muß, kann ſich vielleicht Holz, Zucker, Amylon, aber es werden ſich die Blutbeſtandtheile in der Pflanze nicht bilden können. Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon hervorbringen wollen, als auf dieſer Fläche die Pflanze im freien, wilden, im normalen Zuſtande aus der Atmoſphäre fixiren, oder aus dem Boden empfangen kann, ſo müſſen wir eine künſtliche Atmoſphäre ſchaffen, wir müſſen dem Boden die Beſtandtheile zuſetzen, die ihm fehlen.

Die Nahrung, welche verſchiedenen Gewächſen in einer gegebenen Zeit zugeführt werden muß, um eine freie und ungehinderte Entwickelung zu geſtatten, iſt ſehr ungleich.

Auf dürrem Sande, auf reinem Kalkboden, auf nackten Felſen, gedeihen nur wenige Pflanzengattungen, meiſtens nur perennirende Gewächſe, ſie bedürfen zu ihrem langſamen Wachsthum nur ſehr geringer Mengen von Mineralſubſtanzen, die ihnen der für andere Gattungen unfruchtbare Boden in hinreichender Menge noch zu liefern vermag; die einjährigen, namentlich die Sommergewächſe, wachſen und erreichen ihre vollkommene Ausbildung in einer verhältniß-

mäßig kurzen Zeit, sie kommen auf einem Boden nicht fort, welcher arm ist an den zu ihrer Entwickelung nothwendigen Mineralsubstanzen.

Um ein Maximum von Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen, und dieser Ueberschuß von Nahrung, welcher den Blättern fehlt, er muß den ihnen correspondirenden Organen, welche sich im Boden befinden, zugeführt werden.

Das Ammoniak reicht aber mit der Kohlensäure nicht hin, um zu einem Bestandtheil der Pflanze, um zu einem Nahrungsstoff für das Thier zu werden, ohne die Alkalien wird kein Albumin, ohne Phosphorsäure und Erdsalze wird kein Pflanzenfibrin, kein Pflanzencasein gebildet werden können, die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes, den wir in den Rinden und Borken der Holzpflanzen in großer Menge als Excrement sich ausscheiden sehen, wir wissen, daß sie unseren Getreide- und Gemüsepflanzen für die Bildung ihrer Samen unentbehrlich ist.

Wie verschieden verhalten sich von den Sommergewächsen die immergrünenden Gewächse, die Fettpflanzen, Moose, die Nadelhölzer und Farrenkräuter. Sommer und Winter nehmen sie zu jeder Zeit des Tages Kohlenstoff durch ihre Blätter auf, durch Absorption von Kohlensäure, die ihnen der unfruchtbare Boden nicht liefern kann; ihre lederartigen oder fleischigen Blätter halten das aufgesaugte Wasser mit großer Kraft zurück, und verlieren verhältnißmäßig zu anderen Gewächsen nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen,

die sie während ihres kaum stillestehenden Wachsthums das ganze Jahr hindurch dem Boden entziehen, wenn wir sie mit der Menge vergleichen, die z. B. eine Erndte Weizen bei gleichem Gewichte in drei Monaten vom Boden empfängt!

Es ergiebt sich aus dem Vorhergehenden, daß die Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels darauf beruht, daß die Culturgewächse ungleiche Mengen gewisser Nahrungsstoffe dem Boden entziehen.

In einem fruchtbaren Boden müssen die Pflanzen alle zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen anorganischen Bestandtheile in hinreichender Menge und in einem Zustande vorfinden, welcher der Pflanze die Aufnahme gestattet.

Ein durch die Kunst vorbereitetes Feld enthält eine gewisse Summe dieser Bestandtheile, so wie verwesende Pflanzenstoffe und Ammoniaksalze. Wir lassen auf eine Kalipflanze (Rüben, Kartoffeln), eine Kieselpflanze, auf diese eine Kalkpflanze folgen.

Alle diese Pflanzen bedürfen der Alkalien und phosphorsauren Salze, die Kalipflanze der größten Menge an ersterer und der kleinsten Zufuhr an den anderen. Die Kieselpflanze bedarf neben löslicher Kieselsäure, welche die Kalipflanze zurückläßt, einer beträchtlichen Menge phosphorsaurer Salze, die darauf folgende Kalkpflanze (Erbsen, Klee) kann ihn so weit an diesem wichtigen Bodenbestandtheile erschöpfen, daß nur noch soviel übrig bleibt, um einer Erndte Hafer oder Roggen die Samenbildung zu gestatten.

Von der Quantität der vorhandenen kieselsauren und phosphorsauren Alkalien oder Kalk- und Bittererdesalzen hängt die Anzahl der zu erzielenden Erndten ab.

Der vorhandene Vorrath kann für zwei Erndten einer Kali-, einer Kalkpflanze, für drei und mehr Erndten einer

Kieſelpflanze, und alle zuſammen genommen für fünf, für ſieben Erndten hinreichen, allein nach dieſer Zeit müſſen alle Mineralſubſtanzen, welche wir dem Boden in der Form von Frucht, Kraut und Stroh genommen haben, wieder erneuert, das Gleichgewicht muß wieder hergeſtellt werden, wenn das Feld wieder ſeine urſprüngliche Fruchtbarkeit erhalten ſoll.

Dies geſchieht durch den Dünger.

Man kann annehmen, daß in den Wurzeln und Stoppeln der Getreidepflanzen, in den fallenden Blättern der Holzpflanzen der Boden ſoviel Kohlenſtoff wieder empfängt, als er im Beginn der Vegetation in der Form von Kohlenſäure, die durch Verweſung von Humus erzeugt wurde, von ihm empfing, das Kraut der Kartoffeln, die Wurzeln des Klee's bleiben ebenfalls im Boden zurück; während dieſe Ueberreſte im Winter in Fäulniß und Verweſung übergehen, findet die junge Pflanze, das Samenkorn, eine neue Quelle der Kohlenſäurebildung wieder vor. Durch dieſe Pflanzen wird der Boden an Humus nicht erſchöpft.

Man kann zuletzt aus theoretiſchen Gründen ſchließen, daß der Boden von den Pflanzen, während ihres Lebens ebenſoviel oder mehr noch an kohlenſtoffreichen Materien empfängt, als er an ſie abgiebt, daß er durch einen an der Oberfläche der Wurzelfaſern vor ſich gehenden Excretionsproceß an Stoffen bereichert wird, die während des Winters in Fäulniß und Verweſung und damit wieder in Humus übergehen.

Das Vorhandenſein eines Secretions- und Excretionsproceſſes iſt von einigen Phyſiologen behauptet, von anderen wieder geleugnet worden, ſo daß in dieſem Augenblicke die Meinungen darüber getheilt ſind. Niemand zweifelt indeſſen

daran, daß der an den Blättern und grünen Theilen der Gewächse sich ausscheidende Sauerstoff ein Excrement ist. In dem Acte der vitalen Thätigkeit der Pflanze wird der Kohlenstoff der Kohlensäure, der Wasserstoff des Wassers zu einem Bestandtheil ihrer Organe, während der nicht assimilirte Sauerstoff sich abscheidet.

Wir haben in den Blüthen flüchtige Oele, kohlen- und wasserstoffreiche Verbindungen, die ebenfalls zu weiteren vitalen Processen nicht mehr verwendbar sind, wir sehen aus der Rinde Harze, Balsame und Gummi ausfließen, aus Blättern und Blatthaaren Zucker und schleimige Materien ausschwitzen.

An der Oberfläche der Rinden, der Wurzeln, und aller nicht grünen Pflanzentheile, wird kein Sauerstoff abgeschieden, an diesen beobachten wir im Gegentheil die Absonderung kohlenstoffreicher Substanzen, die in dem Lebensproceß der Pflanze erzeugt, keine Veränderung gefunden haben. Vergleichen wir z. B. die Borkenrinde der Tannen*), Fichten, Buchen, Eichen mit dem Splint und Holze, so finden wir,

---

*)

		Asche des Tannenholzes. (Hertwig) 1000 Holz geben 3,28 Asche.		Asche der Tannenrinde. (Hertwig) 1000 Rinde geben 17,85 Asche.	
lösliche Salze 18,72	kohlensaures Natron	7,42			
	kohlensaures Kali	11,30	lösliche Salze	2,95	
	Kochsalz, schwefelsaures Kali	Spuren.			
unlösliche Salze 81,28	kohlensaurer Kalk	50,94	—	64,98	unlösliche Salze 97,05.
	Bittererde	5,60	—	0,93	
	phosphorsaurer Kalk	3,43	—	5,03	
	— Bittererde	2,90	—	4,18	
	— Manganoxydul	Spuren.			
	— Eisenoxyd	1,04	—	1,04	
	— Thonerde	1,75	—	2,42	
	Kieselerde	13,37	—	17,28	
	Verlust	2,26	—	1,79	
		100,00		100,00	

daß ſie in ihrem Verhalten und ihrer Zuſammenſetzung weſentlich von einander abweichen.

Während das eigentliche Holz nur ¼ bis 2 p. c. Aſche hinterläßt, giebt die Eichen-, Tannen-, Weiden-, Buchenborke 6, 10 bis 15mal mehr. Die Aſche des Holzes und der Rinde haben eine ſehr verſchiedene Zuſammenſetzung. Die anorganiſchen Beſtandtheile der Rinde ſind offenbar Stoffe, die der lebendige Organismus ausgeſtoßen hat.

Ganz daſſelbe muß für die organiſchen Beſtandtheile der Rinden angenommen werden. Die Rinde der Korkeiche enthält beinahe die Hälfte ihres Gewichts an fetten oder fettähnlichen Materien, die wir, wiewohl in einem kleinern Verhältniſſe, in den Tannen- und Fichtenrinden wiederfinden. Der feſte, nicht in Alkohol oder Aether lösliche Beſtandtheil dieſer Rinden und Borken iſt von der Holzſubſtanz durchaus verſchieden. Die Tannen- und Eichenborken löſen ſich beinahe gänzlich in Kalilauge zu einer dunkelbraun gefärbten Flüſſigkeit auf, aus welcher Säuren eine Materie niederſchlagen, die mit der ſogenannten Humusſäure die größte Aehnlichkeit hat. Das Holz wird von Kalilauge nicht angegriffen.

Dieſe Rinden ſind inſofern wahre Excremente, als ſie von der lebendigen Pflanze ſtammen, und an keiner ihrer Lebensfunctionen weitern Antheil mehr nehmen; ſie können von der Pflanze hinweggenommen werden, ohne daß ihr Beſtehen hierdurch gefährdet wird. Die meiſten Platanen werfen bekanntlich jedes Jahr ihre Rinden ab, in ihrer wahren Bedeutung aufgefaßt, ſind alſo in dieſer Holzpflanze, aus gewiſſen in ihrem Lebensproceß erzeugten Verbindungen, Materien entſtanden, welche zu einer weitern Veränderung unfähig, abgeſondert werden.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß dieſe Abſonderung

an der ganzen Oberfläche ſtattfindet, wir beobachten ſie nicht nur am Stamme, ſondern auch an den kleinſten Zweigen, und wir müſſen daraus ſchließen, daß dieſer Excretionsproceß auch an den Wurzeln vor ſich geht.

Wir ſehen, daß das Regenwaſſer, worin ein Weidenzweig vegetirt, ſich nach und nach dunkelbraun färbt, wir beobachten die nämliche Erſcheinung an Zwiebelgewächſen (Hyacinthen), die wir in reinem Waſſer wachſen laſſen. Eine Ausſcheidung von Excrementen kann demnach bei den Pflanzen nicht geleugnet werden, wiewohl es möglich iſt, daß er nicht bei allen Pflanzen in gleichem Grade ſtattfindet.

Die Bereicherung des Bodens an organiſchen Stoffen, durch den Anbau perennirender Gewächſe, wie Esparſette und Lucerne, die ſich durch eine ſtarke Wurzelverzweigung und eben ſo ſtarken Blätterwuchs auszeichnen, wird von den meiſten Agronomen als eine ausgemachte Thatſache angeſehen, die in dem Obigen vielleicht ihre Erklärung findet.

Die Bildung von Ammoniak kann auf dem Culturlande nicht bewirkt werden, wohl aber eine künſtliche Humuserzeugung, dies muß als eine Aufgabe für die Wechſelwirthſchaft und als eine zweite Urſache ihrer Vortheilhaftigkeit angeſehen werden.

Durch Anſäen eines Feldes mit einer Brachfrucht, mit Klee, Roggen, Lupinen, Buchweizen ꝛc., und die Einverleibung der ihrer Blüthe nahen Pflanzen in den Boden, durch Umackern, ſchaffen wir in Folge des Verweſungsproceſſes der neuen Einſaat und der ſich entwickelnden jungen Pflanze ein Maximum von Nahrung, eine Atmoſphäre von Kohlenſäure; aller Stickſtoff, den die erſte Pflanze aus der Luft, alle Alkalien und phosphorſauren Salze, die ſie von dem Boden empfing, ſie dienen der darauf folgenden Pflanze zur freudigeren und üppigeren Entwickelung.

Der Dünger.

Um eine klare Vorstellung über den Werth und die Wirkung der thierischen Excremente zu haben, ist es vor allem wichtig sich an den Ursprung derselben zu erinnern.

Jedermann weiß, daß ein Mensch oder Thier, dem man die Speise entzieht, abmagert, daß das Gewicht seines Körpers von Tag zu Tag abnimmt. Diese Abmagerung wird nach wenig Tagen schon dem Auge sichtbar und bei Personen, welche den Hungertod sterben, verschwindet das Fett, die Substanz der Muskeln, der Körper wird blutleer und es bleiben zuletzt nur Häute und Knochen übrig.

Bei einer hinreichenden Zufuhr von Nahrung ändert sich hingegen das Gewicht des Körpers nicht, von vierundzwanzig Stunden zu vierundzwanzig Stunden beobachtet man bei dem gesunden erwachsenen Menschen weder eine bemerkliche Zu- noch Abnahme an seinem Gewichte.

Diese Erscheinungen geben mit Bestimmtheit zu erkennen, daß in jedem Lebensmomente eines Thieres eine Veränderung in seinem Organismus vor sich geht, ein Theil der lebendigen Körpersubstanz tritt mehr oder weniger verändert aus dem Körper aus; das Gewicht des Körpers nimmt unaufhörlich ab, wenn die ausgetretenen oder veränderten Körpertheile nicht wieder hergestellt und ersetzt werden.

Dieser Ersatz, die Wiederherstellung des ursprünglichen Gewichtes, geschieht durch die Speisen.

Jeden Tag verzehrt ein Mensch, ein Thier eine gewisse Anzahl von Unzen oder Pfunden Brot, Fleisch oder anderen

Nahrungsstoffen, in einem Jahre ein Gewicht davon, welches vielmal das Gewicht seines Körpers übertrifft; er verzehrt in der Speise eine gewisse Quantität Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, so wie eine sehr beträchtliche Menge von Mineralsubstanzen, die wir als die Aschenbestandtheile der Nahrung kennen gelernt haben.

Wo sind, kann man fragen, alle diese Bestandtheile der Speisen hingekommen, zu welchem Zwecke haben sie gedient? in welcher Form sind sie aus dem Körper getreten? Wir haben Kohlenstoff und Stickstoff zugeführt und das Gewicht des Körpers hat in seinem Kohlen- und Stickstoffgehalt nicht zugenommen, wir haben eine Menge Alkalien und phosphorsaure Salze in der Speise genossen und der Gehalt unsers Körpers an diesen Stoffen ist nicht größer geworden?

Diese Frage lös't sich leicht, wenn man in Betracht zieht, daß die Speisen nicht die einzigen Bedingungen der Unterhaltung des Lebensprocesses in sich schließen, daß es noch eine andere giebt, welche das Thier wesentlich von der Pflanze unterscheidet.

Das Thierleben ist nämlich abhängig von einer unaufhörlichen Eindringung von Sauerstoff, welcher in der Luft enthalten ist. Kein Thier kann ohne Luft, ohne Sauerstoff bestehen. In dem Athmungsproceß wird in der Lunge eine gewisse Quantität Sauerstoff von dem Blute aufgenommen, die Luft, die wir einathmen, enthält diesen Sauerstoff, sie giebt ihn an die Bestandtheile des Blutes ab, mit jedem Athemzug nimmt das Blut eines erwachsenen Menschen ein bis zwei Kubikzoll Sauerstoff aus der Luft auf. In 24 Stunden nimmt ein Mensch 10 bis 14 Unzen Sauerstoff auf, in einem Jahre hunderte von Pfunden; wo kommt, kann man wieder fragen, dieser Sauerstoff hin? Wir neh-

men Pfunde von Speisen und Pfunde von Sauerstoff in uns auf und dennoch nimmt das Gewicht unsers Körpers entweder gar nicht oder in einem viel kleineren Verhältnisse zu, in manchen Individuen nimmt es fortwährend ab (im Greisenalter).

Diese Erscheinung ist, wie man leicht bemerkt, nur insofern erklärbar, als der Sauerstoff und die Bestandtheile der Speisen in dem Organismus eine gewisse Wirkung auf einander ausüben, in deren Folge beide wieder verschwinden. Dies ist nun in der That der Fall, kein Theilchen des als Gas aufgenommenen Sauerstoffs bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form von Kohlensäure oder Wasser wieder aus; der Kohlenstoff und Wasserstoff, die sich mit dem Sauerstoff verbinden, werden von dem Organismus geliefert, und da diese Elemente des Körpers von den Speisen stammen, so kann man sagen, daß in letzter Form alle Elemente der Nahrung, welche die Fähigkeit besitzen, sich mit Sauerstoff zu verbinden, in dem lebendigen Thierkörper in Sauerstoffverbindungen übergehen, was, in der gewöhnlichen Sprechweise ausgedrückt, ganz gleichbedeutend ist einer Verbrennung.

Denken wir uns Brot, Fleisch, Kartoffeln, Heu, Hafer in einem Ofen verbrannt, so verwandelt sich bei gehörigem Luftzug und somit bei vollkommenem Sauerstoffzutritt, der Kohlenstoff dieser Substanzen in Kohlensäure, der Wasserstoff in Wasser, der Stickstoff wird als Ammoniak in Freiheit gesetzt, der Schwefel geht in Schwefelsäure über, es bleiben zuletzt die mineralischen Bestandtheile dieser Materien als Asche zurück. Als flüchtige Producte erhalten wir Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak und Wasser, und neben diesen bei einer unvollkommenen Verbrennung Rauch oder

Ruß, und in dem unverbrennlichen Rückstand haben wir die in der Nahrung enthaltenen Salze in unverändertem Verhältniß.

Wenn wir diese Asche mit Wasser übergießen, so lösen sich die Alkalien, so wie die löslichen phosphorsauren Salze, Kochsalz und schwefelsauren Salze auf, der nicht im Wasser lösliche Rückstand enthält Kalk und Bittererdesalze, so wie Kieselerde, wenn der verbrannte Stoff Kieselerde enthielt.

Ganz dasselbe geht nun im Körper der Thiere vor sich. Durch Haut und Lunge athmen wir in letzter Form den Kohlenstoff und Wasserstoff der Speisen in der Form von Wasser und Kohlensäure aus, aller Stickstoff der Speise sammelt sich in der Harnblase an in der Form von Harnstoff, der durch das einfache Hinzutreten der Elemente des Wassers in kohlensaures Ammoniak übergeht. Genau so viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, als wir in der Speise genossen haben, ist nach Wiederherstellung des ursprünglichen Körpergewichtes auch wieder ausgetreten. Nur in dem jugendlichen Körper und in dem Mästungsproceß ist die Zunahme größer, ein Theil der Bestandtheile der Speisen bleibt im Körper; im Greisenalter ist sie aber wieder kleiner, es tritt mehr aus als ein.

Den in der Nahrung enthaltenen Stickstoff bekommen wir also täglich in dem Harn in der Form von Harnstoff und Ammoniakverbindungen wieder; die Faeces enthalten unverbrannte Stoffe, welche wie Holzfaser, Blattgrün, Wachs in dem Organismus keine Veränderung erlitten haben, ihr Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoffgehalt ist, verglichen mit dem der Nahrung, sehr klein, was von den Secretionen des Körpers diesen unverdaubaren Materien beige-

mischt ist, läßt sich mit dem Ruß und dem Rauch der in einem Ofen unvollkommen verbrannten Speise vergleichen.

Die Untersuchung des Harns, so wie die der Faeces hat ergeben, daß sich die Mineralbestandtheile der Speisen, die Alkalien, Salze und die Kieselerde in beiden wieder vorfinden.

Der Harn enthält alle löslichen, die Faeces alle im Wasser nicht löslichen Mineralbestandtheile der genossenen Speise, in der Art also, daß wenn wir uns denken, wie es denn auch in der That der Fall ist, die Speisen seien in dem Körper ähnlich wie in einem Ofen zu Asche verbrannt worden, so enthält der Harn die löslichen und die Faeces die unlöslichen Salze dieser Asche *).

---

*)

Pferdeharn (Vauquelin)		Pferdekoth (Jackson)	
kohlensaurer Kalk	11	phosphorsaurer Kalk	5,0
kohlensaures Natron	9	kohlensaurer Kalk	18,75
hippursaures Natron	24	phosphorsaure Bittererde	36,25
Chlorkalium	9	Kieselerde	40
Harnstoff	7		100,00
Wasser	940		
	1000		

Kuhharn enthält (Brande)		Kuhkoth (Haidlen)	
Chlorkalium und Salmiak	15	phosphorsaurer Kalk	10,9
schwefelsaures Kali	6	phosphorsaure Bittererde	10,0
kohlensaures Kali	4	phosphorsaures Eisenoxyd	8,5
kohlensauren Kalk	3	Kalk	1,5
Harnstoff	4	Gyps	3,1
Wasser	650	Chlorkalium, Kupfer	Spuren
	682	Kieselerde	63,7
		Verlust	1,3
			100,0

An Bodenbeſtandtheilen verzehrt ein Pferd*) Unzen Aſche			wird in den Excrementen des Pferdes wiedererhalten Unzen Aſche		
15 Pfd. Heu geben	18,61		im Harn	3,51	29,45
4,54 Pfd. Hafer	2,46	21,49	in den Faeces	18,36	Unzen
im Getränke	0,42			21,87	
eine Kuh					
in 30 Pfd. Kartoffeln	6,67		im Harn	12,29	
in Heu	20,20	28,47 Unzen	in den Faeces	16,36	29,45
in Getränk	1,6		in der Milch	1,80	

Wie man aus dieſen Analyſen ſieht, erhält man in dem Harn und den flüſſigen Excrementen des Pferdes und der Kuh, ſo nahe wie ſich nur in Verſuchen dieſer Art erwarten läßt, alle Aſchenbeſtandtheile der Nahrung in unveränderter Menge wieder.

Die Wirkung, welche die flüſſigen und feſten Excremente der Thiere auf unſeren Aeckern hervorbringen, hört mit der Kenntniß ihres Urſprungs auf, geheimnißvoll und räthſelhaft zu bleiben.

Die mineraliſchen Beſtandtheile der Speiſen, des Futters der Thiere, ſtammen von unſeren Aeckern, wir haben ſie in der Form von Samen, von Wurzeln und Kraut darauf geerndtet. In dem Lebensproceß der Thiere verwandeln ſich die verbrennlichen Elemente der Nahrung in Sauerſtoffverbindungen, der Harn und die Faeces enthalten die entzogenen Bodenbeſtandtheile unſerer Felder; wir ſtellen, indem wir ſie den Aeckern wieder einverleiben, den urſprünglichen Zuſtand der Fruchtbarkeit wieder her; bringen wir ſie auf ein Feld, in welchem dieſe den Pflanzen unentbehrlichen Nahrungsſtoffe fehlten, ſo wird das Feld fruchtbar für alle Gewächſe.

Ein Theil der Erndte wurde zur Ernährung, zur Mäſtung von Thieren verwendet, welche von den Menſchen verzehrt

*) Bouſſingault in den Annales de chimie et de phys. LXXI.

werden, ein anderer Theil wurde direct in der Form von Mehl, Kartoffeln, Gemüse verbraucht, ein dritter Theil besteht aus den nicht verzehrten Pflanzenüberresten, welche in der Form von Stroh zu Streu u. s. w. verwendet werden. Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Früchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blut der geschlachteten Thiere wieder zu gewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wieder herzustellen. Wir können berechnen, wie viel an Bodenbestandtheilen wir in einem Schaf, einem Ochsen oder in der Milch*) einer Kuh, wie viel wir in einem Malter Gerste, Weizen oder Kartoffeln ausführen, und aus der bekannten Zusammensetzung der Faeces der Menschen läßt sich ermitteln, wie viel davon wir hinzuzuführen haben, um den Verlust, den unsere Aecker erlitten, wieder auszugleichen.

Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus anderen Quellen uns die Stoffe zu verschaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus

---

*) I. 1000 Milch hinterlassen nach dem Einäschern 67,7 Rückstand.
II. 1000 „ „ „ „ „ 49 „
Diese Milchaschen bestanden in 100 Theilen aus:

	I.	II.
phosphorsaurem Kalk	47,14 —	50,81
„ Bittererde	8,57 —	9,45
„ Eisenoxyd	1,43 —	1,04
Chlorkalium	29,38 —	27,03
Kochsalz	4,89 —	5,03
Natron	8,57 —	6,64

Steinkohlentheer erhaltenen Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültig. Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit unserer Felder oder die des ganzen Landes ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus einem fremden Lande ist ganz gleichzusetzen einer Einfuhr an Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer genau zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an, sie gehen in die Leiber der Menschen über und kehren täglich in die Form, die sie ursprünglich besaßen, wieder zurück. Der einzig wirkliche Verlust, dem wir nach unseren Sitten nicht vorbeugen können, ist der an phosphorsauren Salzen, welchen die Menschen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen. Die ganze ungeheuere Quantität von Nahrung, welche der Mensch in 60 Jahren zu sich nimmt, ein jeder Bestandtheil derselben, der von unseren Aeckern stammt, kann wieder gewonnen und wieder zugeführt werden. Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß nur in dem Leibe des jugendlichen oder des in der Zunahme begriffenen Thieres eine gewisse Quantität phosphorsaurer Kalk in den Knochen, von phosphorsauren Alkalien in dem Blute zurückbleibt, daß bis auf diese verhältnißmäßig für jeden Tag äußerst geringe Menge alle Salze mit alkalischen Basen, aller phosphorsaure Kalk und Bittererde, welche das Thier täglich in der Nahrung genießt, daß wir also alle unorganischen Bestandtheile der Nahrung in den festen und flüssigen Excrementen wieder gewinnen.

Ohne nur eine Analyse dieser Excremente anzustellen, können wir mit Leichtigkeit ihre Quantität, wir können bestimmen, von welcher Beschaffenheit sie sind, welche Zusammensetzung sie besitzen. Wir geben einem Pferde täglich 4½ Pfd. Hafer und 15 Pfd. Heu, der Hafer giebt 4 Proc., das Heu 9 Proc. Asche, und wir berechnen daraus, daß die täglichen Excremente des Pferdes 21 Unzen unorganische Materien enthalten müssen, die von unserm Felde stammen. Die Analyse der Haferasche und der Asche des Heues giebt uns genau in Procenten an, wieviel Kieselerde, wieviel an Alkalien und phosphorsauren Salzen wir darinnen haben *).

Man bemerkt leicht, daß die Beschaffenheit der fixen Bestandtheile in den Excrementen sich mit der Nahrung ändert. Geben wir einer Kuh Runkelrüben oder Kartoffeln, ohne Heu oder Gerstenstroh, so haben wir in ihren festen Excrementen keine Kieselerde, wir haben darin phosphorsauren Kalk und Bittererde, in den flüssigen Excrementen haben

---

*) Die Asche des Hafers enthält (de Saussure)

	in 100 Theilen
lösliche Salze mit alkalischer Basis	16
phosphorsauren Kalk	24
Kieselerde	60

die Heuasche enthält (Halden)

	in 100 Theilen
phosphorsauren Kalk	16,1
phosphorsaures Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Bittererde	8,6
schwefelsaures Natron	1,2
» Kali	2,2
Chlorkalium	1,3
kohlensaures Natron	1,1
kohlensauren Kalk	0,9
Kieselerde	60,6
Verlust	0,8

wir kohlensaures Kali und Natron, so wie Verbindungen dieser Basen mit anorganischen Säuren. Hinterläßt das Futter oder die Speise nach dem Verbrennen eine Asche, welche lösliche phosphorsaure Alkalien enthält (Brot, Mehl, Samen aller Art, Fleisch), so bekommen wir von dem Thiere, von dem sie verzehrt werden, einen Harn, in dem wir dieses phosphorsaure Alkali wiederfinden. Giebt die Asche des Futters an Wasser kein lösliches phosphorsaures Kali ab (Heu, Rüben, Kartoffeln), sind darin nur unauflösliche phosphorsaure Erden enthalten, so ist der Harn frei von phosphorsaurem Alkali; wir finden alsdann in den Faeces die phosphorsauren Erden. Der Harn der Menschen, der fleisch- und körnerfressenden Thiere enthält phosphorsaures Alkali, der Harn der grasfressenden Thiere ist frei von diesem Salz.

Die Analyse der Excremente der Menschen *), der fisch-

*) Nach der Analyse von Berzelius enthalten:

	1000 Th. Menschenharn.	1000 Th. Harnrückstand.
Harnstoff	30,10	44,39
freie Milchsäure, milchsaures Ammoniak, Fleisch-Extract, Extractivstoffe	17,14	25,58
Harnsäure	1,00	1,49
Harnblasenschleim	0,32	0,48
schwefelsaures Kali	3,71	5,54
schwefelsaures Natron	3,16	4,72
phosphorsaures Natron	2,94	4,39
zweifach-phosphorsaures Ammoniak	1,65	2,46
Kochsalz	4,45	6,64
Salmiak	1,50	2,23
phosphorsaure Bittererde und Kalk	1,00	1,49
Kieselerde	0,03	0,05
		100,00
Wasser	933,00	
	1000,00	

freſſenden Vögel, des Guano *), ſowie die Excremente des Pferdes und der Kuh (ſ. S. 230) geben über die darin enthaltenen Salze den genügendſten Aufſchluß.

Wir bringen, wie dieſe Analyſen ergeben, in den feſten und flüſſigen Excrementen der Menſchen und Thiere auf

---

1000 Theile Menſchenkoth hinterließen 150 Aſche (Berzelius), welche beſtehen aus:

phosphorſaurem Kalk phosphorſaurer Bittererde Spur Gyps	100	
ſchwefelſaurem Natron ſchwefelſaurem Kali phosphorſaurem Natron	8	
kohlenſaurem Natron	8	
Kieſelerde	16	
Kohle und Verluſt	18	
	150	

*)

	Guano (eine Sorte von Liverpool) (Bartels)	Guano von Lima (Völkel)	Nachtigal-lenkoth (Braconnot)
Salmiak	6,500	4,2	0,2
oxalſaures Ammoniak	13,351	10,6	
harnſaures Ammoniak	3,244	9,0	52,7 mit Kali
phosphorſaures Ammoniak	6,250	6,0	0,8 mit Kali
wachsähnliche Materie	0,600		
ſchwefelſaures Kali	4,227	5,5	3,3
ſchwefelſaures Natron	1,119	3,8	
phosphorſaures Natron	5,291		
phosphorſaure Ammoniakkalkerde	4,196	2,6	0,2
Kochſalz	0,100		0,8
phosphorſaurer Kalk	9,940	14,3	4,3
oxalſaurer Kalk	16,360	7,0	
Thonerde	0,104		
in Salpeterſäure unlöslicher Rückſtand	5,800	4,7	
Verluſt (Waſſer, Ammoniak, unbeſtimmte organiſche Materie)	22,718	32,3	37,7
	100,000		

unſere Aecker die Aſche der Pflanzen zurück, welche zur Nahrung dieſer Menſchen und Thiere gedient haben. Dieſe Aſche beſteht aus löslichen und unlöslichen Salzen und Erden, welche, zur Entwickelung der Culturpflanzen unentbehrlich, der fruchtbare Boden liefern muß.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir mit der Zufuhr dieſer Excremente dem Boden wieder das Vermögen geben, einer neuen Erndte Nahrung darzubieten — wir ſtellen das geſtörte Gleichgewicht wieder her. Jetzt, wo wir wiſſen, daß die Bodenbeſtandtheile des Futters in den Harn und die Excremente des Thieres übergehen, das ſich davon ernährt, läßt ſich mit der größten Leichtigkeit der verſchiedene Werth der Düngerarten feſtſtellen. Die feſten und flüſſigen Excremente eines Thieres haben als Dünger für diejenigen Gewächſe den höchſten Werth, welche dem Thiere zur Nahrung gedient haben. Der Koth der Schweine, die wir mit Erbſen und Kartoffeln ernährt haben, iſt vor allem andern zur Düngung von Erbſen- und Kartoffelfeldern geeignet. Wir geben einer Kuh Heu und Rüben und erhalten einen Dünger, der alle Beſtandtheile der Graspflanzen und Rüben enthält, dem wir zur Düngung der Rüben vor jedem andern den Vorzug geben müſſen. So enthält der Taubenmiſt die mineraliſchen Beſtandtheile der Körnerfrüchte, der Kaninchenmiſt die der krautartigen und Gemüſepflanzen; der flüſſige und feſte Koth der Menſchen enthält die Mineralbeſtandtheile aller Samen in größter Menge.

Die Kenntniß der Aſchenbeſtandtheile der Speiſe, des Futters, führt nach dem Obigen mit der größten Genauigkeit auf die Kenntniß der Bodenbeſtandtheile in den flüſſigen und feſten Excrementen der Thiere und Menſchen.

Kennen wir die Quantität der Speise und die Zusammensetzung ihrer Asche, so wissen wir mit Bestimmtheit, wie viel lösliche Salze wir im Harn, wie viel unlösliche wir in den Faeces erhalten werden. Es ist deshalb zwecklos und überflüssig, eine größere Anzahl von Analysen hier zu geben, da diese Analysen eben so abweichend von einander sein müssen, als es die Aschenbestandtheile der genossenen Speise sind.

Der gewöhnliche Stallmist ist, wie man weiß, eine Mischung von festen Excrementen mit Urin, die in den gewöhnlichen Düngerbehältern nach und nach in Fäulniß übergeht.

In Folge der Fäulniß des Urins verwandelt sich aller darin enthaltene Harnstoff in flüchtiges kohlensaures Ammoniak, ein großer Theil der organischen Bestandtheile nimmt durch die Einwirkung der Luft unter fortdauernder Wärmeentwickelung, luftförmigen Zustand an, er geht in Verwesung über; das Gewicht dieser Bestandtheile nimmt ab, das relative Verhältniß der nicht flüchtigen Mineralbestandtheile nimmt zu. Wenn wir uns denken, daß alle verwesbaren Elemente sich mit dem Sauerstoff verbunden hätten, so würden, wie sich von selbst versteht, nur die unverwesbaren, dieses sind die Aschenbestandtheile, zurückbleiben. So enthält z. B. ganz

frischer Kuhkoth in 100 Theilen:

Wasser		85,900
verbrennliche Substanzen	12,352	14,100
Aschenbestandtheile	1,748	
		100,000

Stallmist *) ½ Jahr alt enthielt:

Wasser		79,3
verbrennliche Substanzen	14,04	20,7
Aschenbestandtheile	6,66	
		100,0

Da nun mit dem Alter des Mistes die darin enthaltenen mineralischen Nahrungsstoffe der Pflanzen zunehmen, der alte Mist also bei gleichem Gewichte 4 bis 6mal mehr enthält als der frische, so erklärt sich hieraus die verhältnißmäßig größere Wirksamkeit und der Vorzug, welchen erfahrne Landwirthe dem gegohrnen vor dem frischen Miste zugestehen.

Es ist in dem Vorhergehenden erwähnt worden, daß die thierischen Excremente in der Agricultur ersetzbar sind durch Materien, die ihre Bestandtheile enthalten. Da nun ihre Hauptwirksamkeit in ihrem Gehalte an den mineralischen Nahrungsstoffen beruht, welche die Culturpflanzen zu ihrer Entwickelung nöthig haben, so ist klar, da die Ernährung und das Gedeihen der wildwachsenden Pflanzen, an die nämlichen Ursachen und Gesetze geknüpft ist, daß wir mit den mineralischen Nahrungsstoffen der wildwachsenden Pflanzen, dies will sagen mit ihrer Asche, unsere Felder in ganz gleicher Weise düngen können, wie mit Thierexcrementen, daß wir damit, wenn eine zweckmäßige Auswahl getroffen wird, unsere Aecker mit allen den Bestandtheilen wieder versehen können, die wir in der Erndte der Culturpflanzen hinweggenommen haben. Die ausnehmende Wichtigkeit der Aschendüngung ist von sehr vielen Landwirthen anerkannt; in der Umgegend von Marburg und der Wetterau legt man

*) Bouſſingault, Ann. de ch. et de phys. III. Serie p. 237.

einen so hohen Werth auf dieses kostbare Material, daß man einen Transport von 6, 8 Stunden Weges nicht scheut, um es für die Düngung zu erhalten.

Diese Wichtigkeit fällt in die Augen, wenn man in Erwägung zieht, daß die mit kaltem Wasser ausgelaugte Holzasche kieselsaures Kali gerade in dem Verhältniß wie im Stroh enthält ($10\ Si\ O_3 + K\ O$), daß sie außer diesem Salze beträchtliche Mengen phosphorsaurer Salze enthält.

Die verschiedenen Holzaschen besitzen übrigens einen höchst ungleichen, die Eichenholzasche den geringsten, die Buchenholzasche den höchsten Werth.

Die Eichenholzasche enthält 4 bis 5 p. c. phosphorsaure Salze, die Buchenholzasche enthält den fünften Theil ihres Gewichts, der Gehalt der Fichten- und Tannenholzasche beträgt 9 bis 15 p. c., die Pappelholzasche enthält 16¾ p. c., die Asche des Haselnußstrauches 12 p. c. u. s. w. (Die Fichtenholzasche aus Norwegen enthält das Minimum von phosphorsauren Salzen, nämlich nur 0,9 p. c. Phosphorsäure. Berthier.)

Mit je hundert Pfund ausgelaugter Buchenholzasche bringen wie mithin auf das Feld eine Quantität phosphorsaurer Salze, welche gleich ist dem Gehalte von 460 Pfd. frischen Menschenexcrementen.

Nach de Sauſſure's Analyse enthalten 100 Th. Asche von Weizenkörnern 32 Th. lösliche und 44,5 unlösliche, im Ganzen 76,5 phosphorsaure Salze. Die Asche von Weizenstroh enthält im Ganzen 11,5 p. c. phosphorsaure Salze. Mit 100 Pfd. Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität Phosphorsäure, welche hinreicht für Erzeugung von 4000 Pfd. Stroh (zu 4,3 p. c. Asche, de

Sauſſure), oder zu 2000 Pfd. Weizenkörner (die Aſche zu 1,3 p. c. angenommen, de Sauſſure).

Die trocknen Früchte der Roßkaſtanie (Aesculus hippocastanum) geben 34 p. c. Aſche, die eine ähnliche Zuſammenſetzung hat, wie die Aſche des Mais und mancher Weizenſamen*).

Die Wichtigkeit der Knochendüngung iſt für Jedermann einleuchtend. Die Knochen der Menſchen und Thiere ſtammen von dem Apatit, der in fruchtbarer Ackererde niemals fehlt, aus dem Boden geht die Knochenerde in das Heu und Stroh, überhaupt in das Futter über, was die Thiere genießen. Wenn man nun in Anſchlag bringt, daß die Knochen 55 p. c. phosphorſauren Kalk und Bittererde enthalten (Berzelius), und annimmt, daß das Heu ſo viel davon als das Weizenſtroh enthält, ſo ergiebt ſich, das 8 Pfd. Knochen ſo viel phosphorſauren Kalk, als 1000 Pfd. Heu oder Weizenſtroh enthalten, oder 20 Pfd. davon ſo viel Phosphorſäure, als in 1000 Pfund Weizen- oder Haferkörnern ſich vorfindet.

In dieſen Zahlen hat man kein genaues, aber ein ſehr annäherndes Maß in Beziehung auf die Quantität phosphorſaurer Salze, die der Boden dieſen Pflanzen jährlich abgiebt.

Die Düngung eines Morgen Landes mit 60 Pfd. fri-

*) Aſche der Früchte der Roßkaſtanie (de Sauſſure):

Kali	51
phosphorſaures Alkali	28
Chlorkalium und ſchwefelſaures Kali	3
phosphorſaure Erden	12
Kieſelerde	0,5
Metalloxyde	0,25
Verluſt	5,25
	100

scher Knochen reicht hin, um drei Ernten (Runkelrüben, Weizen, Roggen) mit phosphorsauren Salzen zu versehen. Die Form, in welcher die phosphorsauren Salze dem Boden wiedergegeben werden, scheint hierbei aber nicht gleichgültig zu sein. Je feiner die Knochen zertheilt, und je inniger sie mit dem Boden gemischt sind, desto leichter wird die Assimilirbarkeit sein; das beste und zweckmäßigste Mittel wäre unstreitig, die Knochen fein gepulvert mit ihrem halben Gewichte Schwefelsäure und 3 — 4 Th. Wasser eine Zeitlang in Digestion zu stellen, den Brei mit etwa 100 Th. Wasser zu verdünnen und mit dieser sauren Flüssigkeit (phosphorsaurem Kalk und Bittererde) den Acker vor dem Pflügen zu besprengen. In wenigen Secunden würde sich die freie Säure mit den basischen Bestandtheilen des Bodens verbinden, es würde ein höchst fein zertheiltes, neutrales Salz entstehen. Versuche, die in dieser Beziehung auf Grauwackeboden angestellt wurden, haben das positive Resultat gegeben, daß Getreide und Gemüsepflanzen durch diese Düngungsweise nicht leiden, daß sie sich im Gegentheil auf's kräftigste entwickeln *).

In der Nähe von Knochenleim-Fabriken werden jährlich viele tausend Centner einer Auflösung von phosphorsauren

*) Sehr günstige Resultate hat man durch die Behandlung der Samen auf folgende Weise erhalten. Die zu säenden Samen werden in Mistjauche eingeweicht, sodann im nassen Zustande mit einer Mischung von 20 Theilen feingepulverten Knochen und 1 Th. gebranntem Gyps bestreut, in der Art also, daß jedes Korn mit einer dünnen Lage von dem Pulver überzogen wird; durch Besprengen mit etwas Wasser und neues Bestreuen läßt sich die umgebende Rinde noch verstärken. Man läßt die Samen alsdann an der Luft trocknen und säet sie wie gewöhnlich. Im Großen möchte wohl dieses Düngverfahren seiner Umständlichkeit halber minder dem Zwecke entsprechen als eine starke Düngung mit Knochen und Gyps.

Salzen in Salzsäure unbenutzt verloren; er wäre wichtig, zu untersuchen, in wie weit diese Auflösung die Knochen ersetzen kann. Die freie Salzsäure würde sich mit den Alkalien, mit dem Kalk auf dem Acker verbinden, es würde ein lösliches Kalksalz entstehen, dessen Wirkung als wohlthätig auf die Vegetation an und für sich schon anerkannt ist; der salzsaure Kalk (Chlorcalcium) ist eins der Salze, die Wasser mit großer Begierde aus der Luft anziehen und zurückhalten, indem es mit dem kohlensauren Ammoniak des Regenwassers sich zu Salmiak und kohlensaurem Kalk umsetzt.

Eine Auflösung der Knochen in Salzsäure im Herbste oder Winter auf den Acker gebracht, würde nicht allein dem Boden einen nothwendigen Bestandtheil wiedergeben, sondern demselben die Fähigkeit geben, alles Ammoniak, was in dem Regenwasser in Zeit von 6 Monaten auf den Acker fällt, darauf zurückzuhalten.

Die Asche von Braunkohlen und Torf enthält mehrentheils kieselsaures Kali; es ist klar, daß diese Asche dem Stroh der Cerealien einen Hauptbestandtheil zu liefern vermag; sie enthalten ebenfalls Beimischungen von phosphorsauren Salzen.

Es ist von ganz besonderer Wichtigkeit für den Oekonomen, sich über die Ursache der Wirksamkeit der so eben besprochenen Materien nicht zu täuschen. Man weiß, daß sie einen höchst günstigen Einfluß auf die Vegetation haben, und eben so gewiß ist es, daß die Ursache in einem Stoffe liegt, der, abgesehen von ihrer physikalischen Wirkungsweise, durch ihre Form, Porosität, Fähigkeit, Wasser anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil an dem Pflanzenleben nimmt. Man muß auf Rechenschaft über diesen Einfluß verzichten, wenn man den Schleier der Isis darüber deckt.

Die Medicin hat Jahrhunderte lang auf der Stufe gestanden, wo man die Wirkungen der Arzneien durch den Schleier der Isis verhüllte, aber alle Geheimnisse haben sich auf eine sehr einfache Weise gelöst. Eine ganz unpoetische Hand erklärte die anscheinend unbegreifliche Wunderkraft der Quellen in Savoyen, wo sich die Walliser ihre Kröpfe vertreiben, durch einen Gehalt an Jod; in den gebrannten Schwämmen, die man zu demselben Zweck benutzte, fand man ebenfalls Jod; man fand, daß die Wunderkraft der China in einem darin in sehr geringer Menge vorhandenen krystallinischen Stoff, dem Chinin, daß die mannichfaltige Wirkungsweise des Opiums in einer eben so großen Mannichfaltigkeit von Materien liegt, die sich daraus darstellen lassen.

Einer jeden Wirkung entspricht die Ursache; suchen wir die Ursachen uns deutlich zu machen, so werden wir die Wirkungen beherrschen.

Als Princip des Ackerbaues muß angesehen werden, daß der Boden in vollem Maße wieder erhalten muß, was ihm genommen wird; in welcher Form dies Wiedergeben geschieht, ob in der Form von Excrementen, oder von Asche oder Knochen, dies ist wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker, wo man jede Pflanze, die man darauf erzielen will, mit dem ihr zukommenden Dünger versieht, den man in chemischen Fabriken bereitet; wo man nur dasjenige giebt, was der Pflanze zur Ernährung dient, ganz so, wie man jetzt mit einigen Granen Chinin das Fieber heilt, wo man sonst den Kranken eine Unze Holz nebenbei verschlucken ließ.

Es giebt Pflanzen, welche Humus bedürfen, ohne bemerklich zu erzeugen; es giebt andere, die ihn entbehren

können, die einen humusarmen Boden daran bereichern; eine rationelle Cultur wird allen Humus für die ersten, und keinen für die anderen verwenden, sie wird die letzteren benutzen, um die ersteren damit zu versehen.

Geben wir der Pflanze Kohlensäure und alle Materien, die sie bedarf, geben wir ihr Humus in der reichlichsten Quantität, so wird sie nur bis zu einem gewissen Grade zur Ausbildung gelangen; wenn es an Stickstoff fehlt, wird sie Kraut, aber keine Körner, sie wird vielleicht Zucker und Amylon, aber keinen Kleber erzeugen.

Durch die Zufuhr von Ammoniak und damit von Stickstoff werden die Zwecke der Agricultur ebenfalls nicht erfüllt; so nothwendig das Ammoniak für die kräftige Entwickelung der Pflanze auch ist, so reicht es dennoch für sich allein nicht hin zur Erzeugung von vegetabilischem Casein, Fibrin und Albumin, denn ohne die begleitenden Alkalien, ohne schwefelsaure und phosphorsaure Salze, kennen wir diese Stoffe nicht; wir müssen voraussetzen, daß ohne ihre Mitwirkung das Ammoniak auf die Entwickelung und Bildung der Samen nicht die geringste Wirkung ausübt, daß es ganz gleichgültig ist, ob wir Ammoniak zuführen oder nicht, es wird keinen Antheil an der Bildung der Blutbestandtheile nehmen, wenn die anderen Bedingungen zu ihrer Erzeugung nicht gleichzeitig vorhanden sind.

In den flüssigen und festen Excrementen haben wir alle diese Bedingungen beisammen, keine fehlt; wir haben darin nicht nur das Ammoniak, sondern auch die Alkalien, die kieselsauren, phosphorsauren und schwefelsauren Salze, und zwar in dem relativen Verhältniß wie sie unsere Culturpflanzen bedürfen.

Die kräftige Wirkung des Urins rührt demnach nicht

von den darin enthaltenen Stickstoffverbindungen allein her, sondern die sie darin begleitenden phosphorsauren und schwefelsauren Salze haben einen ganz entscheidenden Antheil daran.

Der Harn enthält in dem Zustande, wo er als Dünger dient, keinen Harnstoff, weil dieser durch die Fäulniß übergeht in kohlensaures Ammoniak.

In wohlbeschaffenen, vor der Verdunstung geschützten Düngerbehältern wird das kohlensaure Ammoniak gelöst bleiben; bringen wir den gefaulten Harn auf unsere Felder, so wird ein Theil des kohlensauren Ammoniaks mit dem Wasser verdunsten, eine andere Portion davon wird von thon- und eisenoxydhaltigem Boden eingesaugt werden, im Allgemeinen wird aber nur das phosphorsaure und salzsaure Ammoniak in der Erde bleiben; der Gehalt an diesem allein macht den Boden fähig, im Verlauf der Vegetation auf die Pflanzen eine directe Wirkung zu äußern, keine Spur davon wird den Wurzeln der Pflanzen entgehen.

Das Vorhandensein von freiem kohlensauren Ammoniak in gefaultem Urin hat selbst in früheren Zeiten zu dem Vorschlage Veranlassung gegeben, die Mistjauche auf Salmiak zu benutzen. Von manchem Oekonomen ist dieser Vorschlag in Ausführung gebracht worden, zu einer Zeit, wo der Salmiak einen hohen Handelswerth besaß. Die Mistjauche wurde in Gefäßen von Eisen der Destillation unterworfen und das Destillat auf gewöhnliche Weise in Salmiak verwandelt (Demachy).

Das durch Fäulniß des Urins erzeugte kohlensaure Ammoniak kann auf mannichfaltige Weise fixirt, d. h. seiner Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, beraubt werden.

Denken wir uns einen Acker mit Gyps bestreut, den wir

mit gefaultem Urin, mit Miſtjauche überfahren, ſo wird alles kohlenſaure Ammoniak ſich in ſchwefelſaures verwandeln, was in dem Boden bleibt.

Wir haben aber noch einfachere Mittel, um alles kohlenſaure Ammoniak den Pflanzen zu erhalten; Gyps, Chlorcalcium, Schwefelſäure oder Salzſäure, oder am beſten ſaurer phosphorſaurer Kalk, lauter Subſtanzen, deren Preis ausnehmend niedrig iſt, bis zum Verſchwinden der Alkalinität dem Harn zugeſetzt, vermögen das Ammoniak in ein Salz zu verwandeln, was ſeine Fähigkeit, ſich zu verflüchtigen, gänzlich verloren hat.

Stellen wir eine Schale mit concentrirter Salzſäure in einen gewöhnlichen Abtritt hinein, in welchem die obere Oeffnung mit dem Düngbehälter in offener Verbindung ſteht, ſo findet man ſie nach einigen Tagen mit Kryſtallen von Salmiak angefüllt. Das Ammoniak, deſſen Gegenwart die Geruchsnerven ſchon anzeigen, verbindet ſich mit der Salzſäure und verliert ſeine Flüchtigkeit; über der Schale bemerkt man ſtets dicke weiße Wolken oder Nebel von neuentſtandenem Salmiak. In einem Pferdeſtall zeigt ſich die nämliche Erſcheinung. Dieſes Ammoniak geht nicht allein der Vegetation verloren, ſondern es verurſacht noch überdies eine langſam aber ſicher erfolgende Zerſtörung der Mauer. In Berührung mit dem Kalk des Mörtels verwandelt es ſich in Salpeterſäure, welche den Kalk nach und nach auflöſ't, der ſogenannte Salpeterfraß (Entſtehung von löslichem ſalpeterſauren Kalk) iſt die Folge ſeiner Verweſung.

Das Ammoniak, was ſich in Ställen und aus Abtritten entwickelt, iſt unter allen Umſtänden mit Kohlenſäure verbunden. Kohlenſaures Ammoniak und ſchwefelſaurer Kalk (Gyps) können bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit

einander in Berührung gebracht werden, ohne sich gegenseitig zu zersetzen. Das Ammoniak vereinigt sich mit der Schwefelsäure, die Kohlensäure mit dem Kalk zu Verbindungen, welche nicht flüchtig, d. h. geruchlos sind. Bestreuen wir den Boden unserer Ställe von Zeit zu Zeit mit gepulvertem Gyps, so wird der Stall seinen Geruch verlieren, und wir werden nicht die kleinste Quantität Ammoniak, was sich gebildet hat, für unsere Felder verlieren (Mohr).

Die Harnsäure, nach dem Harnstoff das stickstoffreichste unter den Producten des lebenden Organismus, ist im Wasser löslich, sie kann durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und ihr Stickstoff in der Form von Ammoniak, von kleesaurem, blausaurem oder kohlensaurem Ammoniak assimilirt werden.

Es wäre von außerordentlichem Interesse, die Metamorphosen zu studiren, welche die Harnsäure in einer lebenden Pflanze erfährt; als Düngmittel in reinem Zustande unter ausgeglühtes Kohlenpulver gemischt, in welchem man Pflanzen vegetiren läßt, würde die Untersuchung des Saftes der Pflanze oder der Bestandtheile des Samens oder der Frucht leicht die Verschiedenheit erkennen lassen.

In Beziehung auf den Stickstoffgehalt sind 100 Theile Menschenharn ein Aequivalent für 1300 Theile frischer Pferdeexcremente nach Macaire's und Marcet's Analysen und 600 Theile frischer Excremente der Kuh. Die kräftige Wirkung des Harns im Allgemeinen ist in Flandern vorzüglich anerkannt, allein nichts läßt sich mit dem Werthe vergleichen, den das älteste aller Ackerbau treibenden Völker, das chinesische, den menschlichen Excrementen zuschreibt; die Gesetze des Staates verbieten das Hinwegschütten derselben, in jedem Hause sind mit der größten Sorgfalt Reservoirs

angelegt, in denen sie gesammelt werden; nie wird dort für Getreidefelder ein anderer Dünger verwendet.

Wenn wir annehmen, daß die flüssigen und festen Excremente eines Menschen täglich nur 1½ Pfd. betragen (¾ Pfd. Urin und ¼ Pfd. fester Excremente), daß beide zusammengenommen 3 p. c. Stickstoff enthalten, so haben wir in einem Jahre 547 Pfd. Excremente, welche 16,41 Pfd. Stickstoff enthalten, eine Quantität, welche hinreicht, um 800 Pfd. Weizen-, Roggen-, Hafer-, und 900 Pfd. Gerstenkörnern (Bouſſingault) den Stickstoff zu liefern.

Dies ist bei weitem mehr, als man einem Morgen Land hinzuzusetzen braucht, um mit dem Stickstoff, den die Pflanzen aus der Atmosphäre aufsaugen, ein jedes Jahr die reichlichsten Ernten zu erzielen. Eine jede Ortschaft, eine jede Stadt könnte bei Anwendung von Fruchtwechsel alle ihre Felder mit dem stickstoffreichsten Dünger versehen, der noch überdies der reichste an phosphorsauren Salzen ist. Bei Mitbenutzung der Knochen und der ausgelaugten Holzasche würden für viele Bodenarten alle Excremente von Thieren völlig entbehrlich sein.

Die Excremente der Menschen lassen sich, wenn durch ein zweckmäßiges Verfahren die Feuchtigkeit entfernt und das freie Ammoniak gebunden wird, in eine Form bringen, welche die Versendung, auch auf weite Strecken hin, erlaubt.

Dies geschieht schon jetzt in manchen Städten und die Zubereitung der Menschenexcremente in eine versendbare Form macht einen nicht ganz unwichtigen Zweig der Industrie aus. Die in den Häusern in Paris in Fässern gesammelten Excremente werden in Montfaucon in tiefen Gruben gesammelt und sind zum Verkaufe geeignet, wenn sie einen gewissen Grad der Trockenheit durch Verdampfung an

der Luft gewonnen haben; durch die Fäulniß derselben in den Behältern in den Häusern verwandelt sich aller Harnstoff zum größten Theil in kohlensaures Ammoniak; die vegetabilischen Theile, welche darin enthalten sind, gehen ebenfalls in Fäulniß über, alle schwefelsauren Salze werden zersetzt, der Schwefel bildet Schwefelwasserstoff und flüchtiges Schwefelammonium. Die an der Luft trocken gewordene Masse hat den größten Theil ihres Stickstoffgehalts mit dem verdampfenden Wasser verloren, der Rückstand besteht neben phosphorsaurem Ammoniak zum größten Theil aus phosphorsaurem Kalk und Bittererde und fettigen Substanzen. Unter dem Namen Poudrette kommt dieser Dünger im Handel vor, er ist seiner kräftigen Wirkung wegen sehr geschätzt. Diese Wirkung kann nicht abhängig sein von dem ursprünglich darin enthaltenen Ammoniak, eben weil der größte Theil desselben beim Trocknen entwichen ist. Nach der Analyse von Jaquemars enthält die Pariser Poudrette nicht über 1,8 p. c. Ammoniak.

In anderen Fabriken mengt man die weichen Excremente mit Holzasche oder mit Erde, die eine reichliche Quantität von ätzendem Kalk enthält, und bewirkt damit eine völlige Austreibung alles Ammoniaks, wobei sie ihren Geruch auf's vollständigste verlieren. Auch dieser Dünger kann nicht durch seinen Stickstoffgehalt wirken.

Es ist klar, daß wenn wir die festen und flüssigen Excremente der Menschen und die flüssigen der Thiere in dem Verhältnisse zu dem Stickstoff auf unsere Aecker bringen, den wir in der Form von Gewächsen darauf geerntet haben, so wird die Summe des Stickstoffs auf dem Gute jährlich wachsen müssen. Denn zu dem, welchen wir in dem Dünger

zuführen, ist aus der Atmosphäre eine gewisse Quantität hinzugekommen.

Ein eigentlicher Verlust an Stickstoff findet niemals Statt, denn selbst die geringe Menge, welche die Menschen mit in ihre Gräber nehmen, geht den Gewächsen unverloren, denn durch Fäulniß und Verwesungsprocesse kehrt dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Erde und in die Atmosphäre zurück.

Eine gesteigerte Cultur erfordert eine gesteigerte Düngung, mit derselben muß das Productionsvermögen unserer Felder wachsen, die Ausfuhr von Getreide und Vieh muß zunehmen, sie wird gehemmt durch Mangel an Dünger.

Je nach den Producten, die man erzielen will, richten sich die Stoffe, die man als Dünger zu geben hat. Die Alkalien sind vorzugsweise zur Erzeugung der stickstofffreien Bestandtheile des Zuckers, Amylons, Pectins, Gummi's nöthig; die phosphorsauren Salze wirken vorzüglich auf die Bildung der Blutbestandtheile. Ein mit thierischem Dünger und damit an phosphorsauren Salzen reichlich versehener Acker bringt eine Gerste hervor, welche die Bierbrauer verwerfen, weil sie reich an Blutbestandtheilen und verhältnißmäßig arm an Amylon ist. Was also der Viehmäster am meisten schätzt, achtet der Bierbrauer gering, eben weil der Zweck des einen die Production von Fleisch, die des andern die Fabrikation von Alkohol ist.

Die Wolle, Lumpen, Haare, Klauen und Horn sind Dünger, welche theils durch ihren Gehalt an Stickstoff, theils durch ihren Gehalt an phosphorsauren Salzen Antheil an dem vegetabilischen Lebensprocesse nehmen.

100 Theile trockne Knochen enthalten 32 bis 33 p. c.

trockne Gallerte; nehmen wir darin denſelben Gehalt an Stickſtoff wie im thieriſchen Leim an, ſo enthalten ſie 5,28 p. c. Stickſtoff, ſie ſind mithin als Aequivalent für 250 Th. Menſchen-Urin zu betrachten.

Die Knochen halten ſich in trocknem oder ſelbſt feuchtem Boden (z. B. die in Lehm oder Gyps ſich findenden Knochen urweltlicher Thiere) bei Luftabſchluß Jahrtauſende unverändert, indem der innere Theil durch den äußern vor dem Angriff des Waſſers geſchützt wird. Im feingepulverten feuchten Zuſtande erhitzen ſie ſich, es tritt Fäulniß und Verweſung ein, die Gallerte, die ſie enthalten, zerſetzt ſich; ihr Stickſtoff verwandelt ſich in kohlenſaures Ammoniak und in andere Ammoniakſalze, welche zum größten Theil von dem Pulver zurückgehalten werden (1 Vol. wohl ausgeglühte weißgebrannte Knochen abſorbiren 7,5 Vol. reines Ammoniakgas).

Als ein kräftiges Hülfsmittel zur Beförderung des Pflanzenwuchſes auf ſchwerem und namentlich auf Thonboden muß ſchließlich noch das Kohlenpulver betrachtet werden.

Schon Ingenhouß hat die verdünnte Schwefelſäure als Mittel vorgeſchlagen, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu ſteigern, auf Kalkboden erzeugt ſich beim Beſprengen mit verdünnter Schwefelſäure augenblicklich Gyps, den ſie alſo auf's vollſtändigſte erſetzen kann. 100 Th. concentrirte Schwefelſäure, mit 800 bis 1000 Th. Waſſer verdünnt, ſind ein Aequivalent für 176 Th. Gyps.

Viele Arten von Torfaſche, die meiſten Steinkohlenaſchen enthalten eine reichliche Menge Gyps, durch welchen ſie auf viele Felder eine höchſt günſtige Wirkung ausüben.

	Torfasche vom Fichtelgebirge. (Fikentscher.)		von Vassy (Dép. de la Marne). (Berthier.)
Kieselerde	36,5		
Thonerde	17,3	. . . . .	22,5
Eisenoxyd	33,0		
kohlensaurer Kalk	2,0		
Bittererde	3,5	. . . . .	51,5
Gyps	4,5	. . . . .	26,0
Chlorcalcium	0,5		
Kohle	2,7.		

Rückblick.

Die Erfahrungen in der Wald- und Wiesencultur geben zu erkennen, daß die Atmosphäre eine für die Vegetation unerschöpfliche Menge Kohlensäure enthält.

Wir ernten auf gleichen Flächen Wald- oder Wiesenboden, in welchem die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile vorhanden sind, ohne daß ihnen ein kohlenstoffhaltiger Dünger zugeführt wird, in der Form von Holz und Heu, eine Quantität Kohlenstoff, welche gleich ist und in vielen Fällen mehr beträgt als die Kohlenstoffmenge, welche das Culturland in der Form von Stroh, Korn und Wurzeln hervorbringt.

Es ist klar, daß dem Culturlande eben so viel Kohlensäure durch die Atmosphäre zugeführt und zur Aufnahme dargeboten wird, als einer gleichen flachen Wiese oder Wald, daß der Kohlenstoff dieser Kohlensäure von unseren Culturpflanzen assimilirt wird oder assimilirbar ist, wenn die Bedingungen zu seiner Aufnahme, zu seinem Uebergange in einen Bestandtheil dieser Gewächse sich auf unseren Aeckern vereinigt vorfinden.

Mit aller Zufuhr an Nahrungsstoff ist ein Boden für die meisten Pflanzen völlig unfruchtbar, wenn in ihm z. B. zu gewissen Jahreszeiten das Wasser fehlt. Der Regen befruchtet unsere Felder, der Samen keimt und entwickelt sich nicht ohne eine gewisse Menge von Feuchtigkeit.

Die Wirkung des Regens ist für die oberflächliche Beobachtung weit wunderbarer und überraschender, als die des Düngers; auf Wochen und Monate hinaus ist sein Einfluß auf den Ertrag eines Feldes bemerkbar, und doch werden durch den Regen nur höchst geringe Mengen Kohlensäure und Ammoniak den Pflanzen zugeführt.

Das Wasser nimmt zweifellos durch seine Elemente einen bestimmten Antheil an der Entwickelung der Pflanze, allein es ist zu gleicher Zeit das vermittlende Glied alles organischen Lebens.

Die Pflanze empfängt durch Vermittelung des Wassers aus dem Boden die zur Bildung ihrer Organe nothwendigen Alkalien, alkalischen Erden und phosphorsauren Salze. Fehlt es an diesen zum Uebergang der atmosphärischen Nahrungsstoffe in den Organismus der Pflanze nothwendigen tellurischen Bedingungen, so bleibt ihr Wachsthum zurück; ihre Ausbildung in der trocknen Jahreszeit steht in geradem Verhältniß zu der Menge dieser in der Zeit der ersten Entwicke-

lung aus dem Boden aufgenommenen Bestandtheile. Auf einem an den mineralischen Nahrungsstoffen armen Boden gedeihen auch bei einer reichlichen Zufuhr von Wasser unsere Culturpflanzen nicht.

Der Ertrag einer Wiese, oder der gleichen Fläche Wald, an Kohlenstoff ist unabhängig von einer Zufuhr an kohlenstoffreichem Dünger, er ist abhängig von dem Vorhandensein gewisser Bodenbestandtheile, welche keinen Kohlenstoff enthalten, so wie von den Bedingungen, welche den Uebergang derselben in die Pflanzen vermitteln.

Wir sind nun im Stande, den Ertrag unsers Culturlandes an Kohlenstoff durch Zufuhr von gebranntem Kalk, durch Asche und Mergel zu erhöhen, durch Materien also, welche den Pflanzen keinen Kohlenstoff abgeben können; und es ist nach diesen wohlbegründeten Erfahrungen vollkommen gewiß, daß wir in diesen Materien das Feld mit gewissen Bestandtheilen versehen, die den darauf cultivirten Pflanzen ein Vermögen geben, was sie vorher nur in einem geringern Grade besaßen, das Vermögen nämlich, an Masse und damit an Kohlenstoff zuzunehmen.

Es kann hiernach nicht geleugnet werden, daß die Unfruchtbarkeit des Feldes oder sein geringerer Ertrag an Kohlenstoff nicht abhängig war von einem Mangel an Kohlensäure oder an Humus, denn wir können ja diesen Ertrag bis zu einer gewissen Grenze, durch Zufuhr von Stoffen steigern, welche keinen Kohlenstoff enthalten; die nämliche Quelle aber, welche der Wiese und dem Wald den Kohlenstoff lieferte, steht auch unseren Culturgewächsen offen, es handelt sich also in der Agricultur hauptsächlich darum, die besten und zweckmäßigsten Mittel anzuwenden, um den Kohlenstoff der Atmosphäre, nämlich die Kohlensäure, in die

Pflanzen unserer Felder übergehn zu machen. In den mineralischen Nahrungsstoffen giebt die Kunst des Ackerbaues den Pflanzen diese Mittel, um den Kohlenstoff aus einer Quelle sich anzueignen, deren Zufluß unerschöpflich ist; beim Mangel an diesen Bodenbestandtheilen würde auch die reichlichste Zufuhr an Kohlensäure oder an verwesenden Pflanzenstoffen den Ertrag des Feldes nicht erhöht haben.

Die Menge Kohlensäure, welche aus der Luft in die Pflanze übergehen kann, ist in einer gegebenen Zeit beschränkt durch die Quantität von Kohlensäure, welche mit den Organen der Auffaugung in Berührung gelangt.

Der Uebergang der Kohlensäure aus der Luft in den Organismus der Pflanze findet durch die Blätter Statt; die Auffaugung der Kohlensäure kann nicht vor sich gehen ohne Berührung der Kohlensäuretheilchen mit der Oberfläche des Blattes oder des Pflanzentheils, der sie aufnimmt.

In einer gegebenen Zeit steht mithin die Menge der aufgenommenen Kohlensäure in geradem Verhältniß zu der Blattoberfläche, und zu dem in der Luft enthaltenen Kohlensäurequantum.

Zwei Pflanzen derselben Art, von gleicher Blattoberfläche, (Auffaugungsfläche) nehmen in gleichen Zeiten unter gleichen Bedingungen eine und dieselbe Menge Kohlenstoff auf.

In einer Luft, welche doppelt soviel Kohlensäure enthält, nimmt unter denselben Bedingungen eine Pflanze doppelt soviel Kohlenstoff auf*).

Eine Pflanze, deren Blattoberfläche nur halb so groß ist

*) Bouffingault sah, daß Traubenblätter, die in einem Ballon eingeschlossen waren, der durchgeleiteten Luft alle Kohlensäure vollständig entzogen, so groß auch die Geschwindigkeit des Luftstroms, welcher durchging, sein mochte. (Dumas, leçon p. 23).

wie die einer andern, wird in derselben Zeit eben so viel Kohlenstoff aufnehmen, wie diese zweite Pflanze, wenn wir ihr doppelt soviel Kohlensäure zuführen.

Hieraus ergiebt sich für die Culturpflanzen die so nützliche Wirkung des Humus und aller verwesenden organischen Substanzen.

Die junge Pflanze kann, wenn sie auf die Luft allein angewiesen ist, nur im Verhältniß zu ihrer auffaugenden Oberfläche an Kohlenstoff zunehmen und es ist klar, daß, wenn ihre Wurzeln in der nämlichen Zeit durch die Mitwirkung des Humus dreimal soviel Kohlensäure zugeführt erhalten, als die Blätter aufnehmen, so wird, die Bedingungen der Assimilation des Kohlenstoffs als gegeben vorausgesetzt, ihre Gewichtszunahme das Vierfache betragen. Es werden sich also viermal so viel Blätter, Knospen, Halme ꝛc. bilden und in dieser vergrößerten Oberfläche empfängt die Pflanze ein in dem nämlichen Grade gesteigertes Aufsaugungsvermögen von Nahrungsstoff aus der Luft, welches weit über den Zeitpunkt hinaus in Thätigkeit bleibt, wo die Zufuhr an Kohlenstoff durch die Wurzeln aufhört.

Der Humus, als die Kohlensäurequelle im Culturlande, wirkt nun aber nicht allein nützlich als Mittel zur Vergrößerung des Kohlenstoffgehaltes der Pflanze, sondern durch die in einer gegebenen Zeit vergrößerte Masse der Pflanze ist in der That ja auch Raum für die Aufnahme der für die Ausbildung neuer Blätter und Zweige nothwendigen Bodenbestandtheile gewonnen.

Von der Oberfläche der jungen Pflanze aus verdunstet unausgesetzt Wasser, dessen Quantität in geradem Verhältniß zur Temperatur und dieser Oberfläche steht. Die zahlreichen Wurzelfasern ersetzen, gleich eben so vielen Pumpwerken, das

verdunstete Wasser, und so lange dieser Boden feucht oder mit Wasser durchdrungen ist, werden der Pflanze die ihr unentbehrlichen Bodenbestandtheile, in dem Wasser gelöset, zugeführt. Von einer Pflanze mit doppelter Oberfläche verdunstet doppelt so viel Wasser, als aus einer Pflanze mit einfacher. Indem das in die Pflanze aufgenommene Wasser wieder als Dampf austritt, bleiben die durch seine Vermittelung zugeführten Salze und Bodenbestandtheile in der Pflanze zurück. Bei gleichem, der Masse proportionalem, Wassergehalt empfängt eine Pflanze mit doppelter Blattoberfläche, auf dem nämlichen Boden, eine im Verhältniß zu diesem Wassergehalte größere Menge an Bodenbestandtheilen als eine Pflanze mit einfacher Oberfläche.

Während die Entwickelung der letztern, wenn die weitere Zufuhr aufhört, eine baldige Grenze erreicht, dauert die der andern fort, eben weil sie eine größere Quantität der zur Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe nothwendigen Bedingungen enthält. In beiden wird sich nur eine, den vorhandenen mineralischen Samenbestandtheilen, entsprechende Anzahl oder Masse von Samen bilden können; in derjenigen Pflanze, welche mehr phosphorsaure Alkalien und Erdsalze enthält, entstehen mehr Samen, als in der andern, welche in der nämlichen Zeit weniger davon aufnehmen konnte.

So sehen wir denn in einem heißen Sommer, wenn die weitere Zufuhr an Bodenbestandtheilen, durch Mangel an Wasser abgeschnitten ist, daß die Höhe und Stärke der Pflanze, sowie die Entwickelung der Samen in geradem Verhältniß steht, zu der Menge, der in der vorhergegangenen Periode ihres Wachsthums, aufgenommenen Bodenbestandtheile.

Auf einem und demselben Felde ernten wir in verschie-

denen Jahren ein sehr ungleiches Verhältniß von Korn und Stroh. Für gleiche Gewichte Korn von derselben chemischen Zusammensetzung ist in dem einen Jahr der Strohertrag um die Hälfte größer, oder auf gleiche Gewichtsmengen Stroh (Kohlenstoff) ernten wir in dem einen Jahr doppelt soviel Korn, als in dem andern.

Ernten wir aber von gleicher Oberfläche doppelt soviel Korn, so haben wir eine entsprechende Menge Bodenbestandtheile mehr in diesem Korn; ernten wir doppelt soviel Stroh, so haben wir doppelt soviel Bodenbestandtheile in diesem Stroh.

In dem einen Jahr wird der Weizen 3 Fuß hoch und liefert pr. Morgen 1200 Pfd. Samen, in dem nächsten Jahr wird er um einen Fuß höher und liefert nur 800 Pfd. Samen.

Der ungleiche Ertrag entspricht unter allen Umständen dem ungleichen Verhältniß der zur Bildung des Korns und Strohes aufgenommenen Bodenbestandtheile. Das Stroh enthält und bedarf die phosphorsauren Salze so gut wie das Korn, nur in einem weit kleinern Verhältniß. Wenn in einem nassen Frühling die Zufuhr derselben nicht in gleichem Verhältniß stattfindet, wie die der Alkalien, der Kieselsäure und der schwefelsauren Salze; wenn die der letzteren größer ist, so nimmt der Ertrag an Samen ab, weil der Strohertrag größer wird; es wird nämlich eine gewisse Menge von phosphorsauren Salzen zur Ausbildung der Blätter und Halme verwendet, die sonst zu Samenbestandtheilen übergegangen wären; ohne einen Ueberschuß der phosphorsauren Salze bildet sich der Samen nicht aus. Ja, wir können durch den bloßen Ausschluß dieser Salze den Fall künstlich eintreten machen, wo die Pflanze eine Höhe von 3 Fuß erreicht, wo sie zum Blühen kommt, ohne überhaupt

Samen zu tragen. Auf einem an den Strohbestandtheilen reichen Felde (auf fettem Boden) ernten wir nach einem nassen Frühling weniger Korn, als auf einem daran armen (auf magerm Boden), eben weil auf letzterm die Zufuhr der mineralischen Nahrungsstoffe in der Zeit größer ist und in ein richtigeres Verhältniß zur Entwickelung aller Bestandtheile der Pflanze sich stellt.

Angenommen, wir hätten alle Bedingungen der Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe unseren Culturpflanzen in reichlichster Menge gegeben, so besteht demnach die Wirkung des Humus in einer beschleunigten Entwickelung der Pflanze, in einem Gewinn an Zeit; in allen Fällen wächst durch den Humus der Ertrag an Kohlenstoff, der, wenn die Bedingungen zu seinem Uebergange in andere Verbindungen fehlen, die Form annimmt von Amylon, Zucker, Gummi, von Materien also, welche keine mineralischen Bestandtheile enthalten.

Das Moment der Zeit muß in der Kunst des Ackerbaues mit in Rechnung genommen werden, und in dieser Beziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnerei von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Getreidepflanzen und Wurzelgewächse finden auf unseren Aeckern in den Ueberresten der vorhergegangenen Vegetation eine ihrem Gehalt, an den im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsstoffen, entsprechende Menge, an verwesenden Pflanzenstoffen, und damit Kohlensäure genug zu ihrer beschleunigten Entwickelung im Frühling vor; eine jede weitere Zufuhr von Kohlensäure, ohne eine entsprechende Vermehrung der in die Pflanze übergehenden Bodenbestandtheile, würde ohne allen Nutzen sein.

Auf einem Morgen guten Wiesenlandes gewinnen wir

durchschnittlich nach der Angabe der zuverlässigsten Landwirthe 2500 Pfd. Heu. Die Wiesen liefern diesen Ertrag ohne alle Zufuhr von organischen Stoffen, ohne kohlenstoff- oder stickstoffhaltigen Dünger. Durch gehörige Wässerung, Anwendung von Asche und Gyps kann derselbe bis zum doppelten gesteigert werden, nehmen wir aber an, diese 2500 Pfd. Heu seien das Maximum, so ist gewiß, daß aller Kohlenstoff und Stickstoff dieser Wiesenpflanzen von der Atmosphäre stammt.

Nach den Angaben Bousſingault's enthält das bei 100° getrocknete Heu 45,8 p. c. Kohlenstoff (was mit den Analysen, die in dem hiesigen Laboratorium gemacht wurden, übereinstimmt) und 1,5 p. c. Stickstoff; das lufttrockne Heu enthält ferner 14 p. c. Wasser, welche bei 100° entweichen.

2500 Pfd. lufttrockenes Heu entsprechen demnach 2150 bei 100° getrocknetem Heu. Mit 984 Pfd. Kohlenstoff, die in diesen 2150 Pfd. Heu enthalten sind, hat man mithin auf dem Morgen Wiese geerntet 32,2 Pfd. Stickstoff.

Wenn wir annehmen, daß dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Pflanze aufgenommen wurde, so ist klar, daß im geringsten Falle für je 3640 Pfd. Kohlensäure (zu 27 p. c. Kohlenstoff), die Luft 39,1 Pfd. Ammoniak (82 p. c. Stickstoff) enthält, oder auf 1000 Pfd. Kohlensäure enthält die Luft $10^{7}/_{10}$ Pfd. Ammoniak, dies ist etwa $^{1}/_{100000}$ von dem Gewicht der Luft oder $^{1}/_{60000}$ von ihrem Volumen.

Für je 100 Theile Kohlensäure, welche durch die Blattoberfläche absorbirt werden, empfingen die Wiesenpflanze aus der Luft etwas mehr als 1 Theil Ammoniak.

Wenn wir aus den bekannten Analysen berechnen, wie viel Stickstoff wir in den verschiedenen Culturpflanzen von

gleichen Flächen Land gewinnen, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Für je tausend Pfd. Kohlenstoff ernten wir:

auf einer Wiese	32 7/10	Pfd.	Stickstoff,
auf dem Culturlande: in Weizen .	21,5	»	»
» Hafer . .	22,3	»	»
» Roggen .	15,2	»	»
» Kartoffeln	34,1	»	»
» Runkelrüben	39,1	»	»
» Klee . .	44	»	»
» Erbsen .	62	»	»

Aus diesen Thatsachen ergeben sich einige für die Agricultur im hohen Grade wichtige Folgerungen.

Wir beobachten nämlich, daß das relative Verhältniß des aufgesaugten Stickstoffs zum Kohlenstoff in einer bestimmten Beziehung zur Blattoberfläche steht.

1) Diejenigen Gewächse, in denen sich, man kann sagen, aller Stickstoff in dem Samen concentrirt, wie in den Getreidepflanzen, enthalten im Ganzen weniger Stickstoff, als die Leguminosen, die Erbsen und der Klee.

2) Der Ertrag an Stickstoff auf einer Wiese, welche keinen stickstoffhaltigen Dünger empfängt, ist weit größer, als der eines Weizenfeldes, welches gedüngt wurde.

3) Der Ertrag an Stickstoff im Klee und in Erbsen ist weit größer, als der eines Kartoffel- und Rübenfeldes, welche auf's reichlichste gedüngt wurden.

Auf seinem Gute in Bechelbronn im Elsaß erntete Bouſſingault in 5 Jahren in der Form von Kartoffeln, Weizen, Klee, weißen Rüben, Hafer

8383 Kohlenſtoff und 250,7 Stickſtoff

in den darauf folgenden 5 Jahren *)	8192	»	284,2 »
in einem dritten Umlauf von 6 Jahren **)	10949	»	353,6 »
in 16 Jahren . .	27424	Kohlenſtoff u.	858,5 Stickſtoff

oder in Summe auf 1000 Kohlenſtoff 31,3 Stickſtoff.

Es geht hieraus als das merkwürdigſte und wichtigſte Ergebniß hervor, daß, wenn wir Kartoffeln, Weizen, Rüben, Erbſen, Klee (Kali-, Kalk- und Kieſelpflanzen) auf einem und demſelben und zwar dreimal reichlich gedüngten Felde, durcheinander gepflanzt hätten, ſo würden wir in ſechszehn Jahren für eine gegebene Quantität Kohlenſtoff daſſelbe Verhältniß von Stickſtoff ernten, wie auf einer Wieſe, die keinen Dünger empfing.

Auf einem Morgen Wieſenlandes ernten wir nämlich in Kieſel-, Kalk- und Kalipflanzen zuſammen genommen

984 Kohlenſtoff u. 32,2 Stickſtoff.

Auf einem Morgen Culturland, nach einem ſechszehnjährigen Durchſchnitt von Kieſel-, Kalk- und Kalipflanzen	857	»	26,8 »

Wenn wir den Kohlenſtoff und Stickſtoff der Blätter des

*) Runkelrüben, Weizen, Klee, Weizen, Stoppelrüben, Hafer, Roggen.
**) Kartoffeln, Weizen, Klee, Weizen, Stoppelrüben, Erbſen, Roggen.

Runkelrüben- und Kartoffelkrautes, die in dem Ertrag des Culturlandes nicht gerechnet wurden, mit in Anschlag bringen, so geht hieraus hervor, daß wir auf dem Culturlande an Kohlenstoff und Stickstoff mit aller Zufuhr von Kohlenstoff und stickstoffhaltigem Dünger nicht mehr producirt haben, als auf einer gleichen Oberfläche mit Wiesenpflanzen, denen nur mineralische Nahrungsstoffe (Bodenbestandtheile) zugeführt wurden.

Worauf beruhte nun die eigentliche Wirkung des Düngers, der festen und flüssigen Thierexcremente?

Diese Frage ist jetzt einer einfachen Lösung fähig; diese Excremente haben auf unserm Culturlande, von dem wir in der Form von Getreide und Vieh seit vielen Jahrhunderten jährlich eine gewisse Menge von Bodenbestandtheilen ausgeführt, d. h. nicht mehr zurückgebracht haben, eine ganz bestimmte Wirkung ausgeübt.

Hätten wir in den sechszehn Jahren nicht gedüngt, so würden wir nur die Hälfte oder den dritten Theil an Kohlenstoff und Stickstoff geerntet haben.

Daß wir soviel auf dieser Oberfläche producirten, wie auf der Wiese, dies verdanken wir in der That den festen und flüssigen Thierexcrementen; allein mit aller Zufuhr an diesem Dünger wurde das Feld in dem sechsten Jahr, wo wir düngten, nicht reicher an den zur Nahrung der Gewächse dienenden Bodenbestandtheilen, als es im ersten Jahre war; in dem zweiten Jahre nach der Düngung enthielt es weniger, als im ersten, und im fünften Jahr war es soweit daran erschöpft, daß wir, um eben so reiche Ernten wie im ersten Jahre zu erhalten, uns genöthigt sahen, so viel an diesen Bodenbestandtheilen wieder zuzuführen, als

wir in den vorhergehenden fünf Jahren dem Felde genommen hatten; dies geschah zweifellos durch den Dünger.

Unsere Zufuhr an Dünger bewirkte also bloß, daß unser Culturland nicht ärmer daran wurde, als der Boden einer Wiese ist, welche 25 Ctr. Heu lieferte. Wir nehmen in den Wiesenpflanzen, dem Heu, eben so viel Bodenbestandtheile jährlich hinweg, wie in einer Getreideernte und wir wissen, daß die Fruchtbarkeit der Wiese eben so abhängig ist von dem Ersatz an diesen Bodenbestandtheilen, wie die des Culturlandes von dem Dünger. Zwei Wiesen von gleicher Oberfläche, welche ungleiche Mengen von diesen anorganischen Nahrungsstoffen enthalten, sind unter gleichen Bedingungen ungleich fruchtbar. Die eine, welche mehr enthält, liefert in einer gewissen Anzahl Jahre mehr Heu, als die andere, welche ärmer daran ist.

Wenn wir der Wiese die entzogenen Bodenbestandtheile nicht wieder ersetzen, so nimmt ihre Fruchtbarkeit ab.

Die Fruchtbarkeit derselben bleibt sich aber gleich, nicht nur, wenn wir ihr flüssige und feste Thierexcremente, nein, sie bleibt sich gleich, sie kann erhöht werden, durch die einfache Zufuhr von den Mineralsubstanzen, welche Holzpflanzen und andere Gewächse nach dem Verbrennen hinterlassen. Durch Asche stellen wir die sich vermindernde Fruchtbarkeit unserer Wiesen wieder her. Unter Asche verstehen wir aber den Inbegriff der Nahrungsmittel, welche die Vegetabilien von dem Boden empfangen. Indem wir sie auf unsere Wiesen bringen, geben wir den darauf wachsenden Pflanzen das Vermögen, Kohlenstoff und Stickstoff auf ihrer Oberfläche zu condensiren.

Sollte, so muß man fragen, die Wirkung der festen und flüssigen Excremente, welche die Asche der im Leibe der

Thiere und Menschen verbrannten Pflanzen sind, nicht auf der nämlichen Ursache beruhen?

Sollte die Fruchtbarkeit, bei gleichen physikalischen Bedingungen, nicht ganz unabhängig sein von dem zugeführten Ammoniak? Würden unsere Culturpflanzen, wenn wir den Urin abgedampft, die festen Excremente getrocknet und verbrannt, wenn wir die Salze des Urins und die Asche der festen Excremente unserm Lande zugeführt hätten, würden die darauf gebauten Culturgewächse, die Gramineen und Leguminosen nicht den Kohlenstoff und Stickstoff aus der nämlichen Quelle geschöpft und empfangen haben, aus den ihn die Gramineen und Leguminosen unserer Wiesenfelder erhielten?

Kaum kann über diese Frage ein Zweifel herrschen, wenn wir die Erfahrungen der Wissenschaft in Betracht ziehen und in Verbindung bringen mit denen der Agricultur.

Im Elsaß ist der folgende Fruchtwechsel, als der in der Praxis vortheilhafteste, im Gebrauch, er ist auf fünf Jahre berechnet, während welcher Zeit nur einmal gedüngt wird.

erstes Jahr gedüngt	zweites	drittes	viertes	fünftes	sechstes Jahr gedüngt
Kartoffeln od. Runkelrüben.	Weizen.	Klee.	Weizen mit Brachrüben.	Hafer od. Roggen od. Gerste.	Kartoffeln.
Kalipflanze	Kieselpflanze	Kalkpflanze	Kiesel-Kali-pflanze	Kiesel-Kalk-pflanze.	

Wenn wir uns nun denken, daß die Wirkung des Düngers auf seinem Ammoniak- oder Stickstoffgehalt beruhe, so ist evident, daß sie progressiv abnehmen müßte, daß der im ersten und zweiten Jahr geerntete Stickstoff mehr betragen müßte, als im vierten und fünften Jahr. Ganz mit dieser Annahme im Widerspruch stellte sich aber in der Analyse folgendes Verhältniß heraus:

	erſtes Jahr	zweites	drittes	viertes	fünftes J.
geernteter Stickſtoff	46 —	35,4 —	84,6 —	56,0 —	28,4.

Im dritten und vierten Jahr betrug alſo der geerntete Stickſtoff weit mehr, als im erſten und zweiten, und im fünften war ſeine Quantität nur um ¼ kleiner, als im zweiten. Iſt es nun möglich oder denkbar, daß das Ammoniak, was wir im erſten Jahre gaben, eine flüchtige, für ſich und mit dem Waſſer leicht verdampfbare Subſtanz, daß dieſe im Boden im vierten Jahre in größerer Menge vorhanden war, als im erſten und zweiten, daß es noch im fünften Jahre dem Hafer die zu ſeinem Gedeihen nöthige Menge Stickſtoff liefern konnte!?

Geben wir aber zu, daß durch den Anbau verſchiedener Gewächſe der Boden im fünften Jahr an dem durch eine ſtarke Düngung zugeführten Stickſtoff erſchöpft wird, und vergleichen wir jetzt den Fruchtwechſel im Elſaß mit einem der fruchtbarſten Diſtricte am Rhein, ſo finden wir in Bingen einen neunjährigen Umlauf, in welchem die Gewächſe in folgender Ordnung aufeinander folgen:

1. Jahr (gedüngt)	2. Jahr.	3., 4., 5., 6. Jahr.	7. Jahr.	8. Jahr.	9. Jahr.
Rüben.	Gerſte mit Luzerne.	Luzerne.	Kartoffeln.	Weizen.	Gerſte.

Sechs Jahre nach der Düngung, nach der Zufuhr von Ammoniak und ſtickſtoffhaltigem Dünger, nach einer vierjährigen Ernte von Klee, und einer Ernte von Gerſte und Rüben, gewinnt man alſo in Bingen dem Boden noch reiche Ernten von Kartoffeln, Weizen und Gerſte ab, dieſe folgen zu einer Zeit auf einander, wo das gedüngte Feld im Elſaß als an Stickſtoff völlig erſchöpft zu betrachten iſt. Iſt es denkbar, daß das Ammoniak nach 8—9 Jahren dem Weizen

und der Gerste noch Stickstoff abgeben konnte? Auch dies angenommen, muß man weiter fragen: wo bekommen denn nun die Getreidefelder in Ungarn, in der Umgegend Neapels, in Sicilien, welche nie gedüngt werden, ihren Stickstoff her? Sollten wirklich für die Felder der gemäßigten Klimate andere Gesetze der Ernährung der Pflanzen herrschen, als für die warmen und heißen Gegenden?

In Virginien erntete man auf einem und demselben Felde in der Form von Weizen auf jedem Morgen im geringsten Anschlag 22 Pfd. Stickstoff, in 100 Jahren macht dies 2200 Pfund. Wenn wir uns denken, daß dieser Stickstoff von dem Felde stammt, so müßte jeder Morgen desselben in der Form von Thierexcrementen hunderttausende von Pfunden enthalten haben!!!

Die ganze Bevölkerung im Limousin lebt von süßen Kastanien und Milch, deren leichte und müheloſe Gewinnung Dupin für die Ursache der dortigen so geringen Geistesentwickelung erklärt. Ohne allen Ackerbau erntet man in dieser Gegend jährlich eine ungeheure Quantität von Blutbestandtheilen, deren Stickstoff nicht vom Dünger stammen kann.

Seit Jahrhunderten erntet man in Ungarn auf einem und demselben Felde Tabak und Weizen ohne alle Zufuhr von Stickstoff. Ist es möglich, daß dieser Stickstoff von dem Boden stammt? Jedes Jahr belauben sich unsere Buchen-, Kastanien- und Eichenwälder; die Blätter, der Saft, die Eicheln, die Kastanien, die Buchekern, die Kokosnuß, die Frucht des Brodbaumes, sind reich an Stickstoff. Dieser Stickstoff ist nicht im Boden enthalten, er wird den wildwachsenden Pflanzen durch die Hand des Menschen nicht zugeführt. Es ist unmöglich, zweifelhaft über die Quelle zu

sein, aus welcher dieser Stickstoff entspringt. Diese Quelle kann nur die Atmosphäre sein.

Gleichgültig, in welcher Form er darin enthalten ist, in welcher Form er daraus aufgenommen wird, der Stickstoff der wildwachsenden Pflanzen stammt zweifellos aus der Luft.

Sollten ihn die Felder Virginiens, die Felder Ungarns, sollten ihn alle unsere Culturpflanzen nicht aus der nämlichen Quelle empfangen haben und empfangen können, wie die wildwachsenden Pflanzen; sollte die Zufuhr von Stickstoff in den Thierexcrementen ganz gleichgültig gewesen sein, *oder erhalten wir in der That eine der Zufuhr an Ammoniak entsprechende Menge an Blutbestandtheilen auf unseren Feldern wieder?*

Diese Frage ist durch die Untersuchungen *Bousſingault's*, welche um so werthvoller sind, da sie zu ganz anderen Zwecken und in einer ganz andern Richtung von ihm angestellt wurden, auf die entscheidendste Weise gelöst.

Aus der bekannten Menge von Dünger (gewöhnlichem Stallmist), welchen *Bousſingault* von fünf Jahren zu fünf Jahren auf seine Felder (auf 1 Hectare = 4 Morgen) brachte, so wie aus der Analyse dieses Düngers ermittelte er die Totalquantität des während der Dauer einer Rotation zugeführten Stickstoffs.

Der mit Wasser durchdrungene Stallmist wurde zu diesem Zwecke an der Luft und Sonne, sodann im luftleeren Raum bei 110° getrocknet und in diesem Zustande der Elementaranalyse unterworfen.

Es wurde sodann der durchschnittliche Ertrag an Feldfrüchten von einem Hectare (= 4 Morgen) ermittelt, der mit diesem Miste gedüngt worden war, und in allen Producten zuletzt, in dem Korn und Stroh, den Rüben, Kartoffeln,

Erbsen, Klee ꝛc. der Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Aschengehalt, durch die Analyse festgesetzt *).

Auf diese Weise war die Menge des den Feldern zugeführten und des in der Ernte gewonnenen Stickstoffs bekannt, beide Stickstoffquantitäten konnten miteinander verglichen werden. Empfangen die Pflanzen keinen Stickstoff aus der Luft, wird ihnen der Stickstoff nur in dem Dünger geliefert, so konnte der geerntete Stickstoff nicht mehr betragen als der zugeführte. Wurde mehr gewonnen, so mußte dieser Ueberschuß von einer andern Quelle geliefert worden sein, welche nur die Atmosphäre sein konnte: dies waren die Voraussetzungen, von denen Bouſſingault ausging.

Nach diesen Bestimmungen wurden in drei Rotationen**) gewonnen:

	in dem ersten Umlauf	in dem zweiten	in dem dritten	in 16 Jahr.
an Pfunden Stickstoff	501,4 —	508,4 —	707,2 —	1717,0
in dem Stallmist war zugeführt worden	406,4 —	406,4 —	487,6 —	1300,4
An Stickstoff wurde mehr gewonnen	95 Pfd. —	102 —	219 —	416,6

*) Der größte Theil dieser Analysen, namentlich der Gehalt der Kartoffeln (Boeckmann), der Runkel- und weißen Rüben (Will), des Weizenstrohes (Will) an Kohlenstoff, so wie der Stickstoffgehalt der Erbsen (Noll und Zytowicki) und ihr Kohlenstoffgehalt (Playfair) wurde in dem hiesigen Laboratorium wiederholt und bis auf unbedeutende Differenzen vollkommen richtig befunden.

**)

	erste Rotation	zweite	dritte
1. Jahr	Kartoffeln	Runkelrüben	Kartoffeln
2. »	Weizen	Weizen	Weizen
3. »	Klee	Klee	Klee
4. »	Weizen, Stoppelrüben	Weizen, Stoppelrüben	Weizen, Stoppelrüben
5. »	Hafer	Hafer	Erbsen
6. »	—	—	Roggen.

In den beiden ersten Rotationen war der Ueberschuß an gewonnenem Stickstoff nahe gleich, in der dritten war er doppelt so groß.

Besaß nun, so fragte Bouſſingault, eine jede der cultivirten Pflanzengattungen die Fähigkeit, Stickstoff aus der Luft in ihren Organismus aufzunehmen, oder kam dieses Vermögen nur einzelnen zu, hatten an diesem Ueberschuß alle Pflanzengattungen gleichen Antheil, oder wurde er von einer einzigen nur geliefert. Diese Frage schien ihm durch einen neuen Versuch entschieden zu sein. Auf einem gutgedüngten Brachfelde wurden nämlich zweimal hintereinander Getreide gebauet und an

Stickstoff geerntet	174,8 Pfd.
in dem Dünger war zugeführt worden	165,6 »
es war ein Ueberschuß gewonnen von	9,2 Pfd. Stickstoff.

Dieser Mehrertrag ist zu klein, um ihn nicht Fehlern im Versuche zuschreiben zu können. Bouſſingault schloß hieraus, daß die Getreidepflanzen keinen Stickstoff aus der Luft aufnehmen, daß sie nur eine der im Miste zugeführten gleichen Menge Stickstoff wieder in der Ernte zurückliefern.

Da sich nun herausgestellt hatte, daß die Menge des in einer Ernte Kartoffeln und Rüben gewonnenen Stickstoffs kaum mehr betrug, als der Stickstoffgehalt einer Ernte Weizen, so konnte auch diesen das Vermögen nicht zukommen, stickstoffhaltige Bestandtheile ohne Dünger zu produciren, und es blieb zuletzt nichts übrig, als den im Ueberschuß gewonnenen Stickstoff dem Klee zuzuschreiben. Dies erklärt auch, so meinte Bouſſingault, warum in der dritten Rotation der Ueberschuß doppelt soviel betrug, als in einer der vorhergehenden, denn man wird bemerken, daß in dieser dritten eine

sechste Frucht eingeschoben wurde, die zur nämlichen Familie, wie der Klee, gehört.

Wenn also in diesen drei Umläufen kein Klee und keine Erbsen, sondern eine Frucht von einer andern Familie gebaut worden wäre, so würde man nur eine dem im Dünger zugeführten Stickstoff gleiche Menge geerntet haben. Nur die Leguminosen besitzen das Vermögen, so schließt Bousfingault, Stickstoff in irgend einer Form als Nahrung aus der Luft aufzusaugen, den anderen Culturpflanzen geht diese Fähigkeit ab. Daher denn die große Wichtigkeit, die Bousfingault dem stickstoffhaltigen Dünger zuschreibt, er besitzt nach ihm nur einen seinem Stickstoffgehalt proportionalen Handelswerth; alle diese Schlüsse sind vollkommen falsch, denn es würde ja daraus gefolgert werden müssen, daß ohne Zufuhr von stickstoffhaltigem Dünger die Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen, die nicht zur Familie der Leguminosen gehören, gar keinen Ertrag an Stickstoff geliefert haben würden.

Die Schlüsse von Bousfingault sind aber nicht nur unrichtig in Beziehung auf die Anwendungen, die er davon auf die Agricultur macht, sie sind auch in der Methode nicht richtig: der Dünger nämlich wurde den Feldern gar nicht in der Form gegeben, in welcher er analysirt worden war.

Nehmen wir an, daß der Dünger, den er auf seine Felder brachte, den nämlichen Zustand besaß, in welchem er analysirt worden war (bei 110° im luftleeren Raume getrocknet), so empfingen diese Felder in diesem Dünger in 16 Jahren 1300 Pfd. Stickstoff; allein dieser Dünger wurde ja nicht wasserfrei, sondern im natürlich feuchten Zustande mit Wasser durchdrungen gegeben; und beim Trocknen entweicht ja, wie wir wissen, aller Stickstoff, der in den Thierexcrementen in der Form von flüchtigem kohlensauren Ammoniak enthal-

ten ist. Der Stickstoff im Harn, der sich durch die Fäulniß in kohlensaures Ammoniak verwandelt hatte, ist in diesen 1300 Pfd. nicht in Rechnung gebracht.

Die an der Luft getrocknete Poudrette verliert bei 110° die Hälfte des ganzen darin enthaltenen Stickstoffgehaltes in der Form von kohlensaurem Ammoniak; der gewöhnliche Stallmist, welcher 79—80 p. c Wasser enthält, muß im geringsten Fall dreimal soviel Stickstoff als Ammoniak abgeben, als er bei 110° im luftleeren Raume zurückbehält. Nehmen wir aber an, daß er nur halb so viel betrug, als der in den getrockneten Excrementen, so wurden seinem Felde in 16 Jahren 1950 Pfd. Stickstoff zugeführt.

In sechszehn Jahren wurden aber in der Form von Korn, Stroh und Wurzelgewächsen nur 1517 Pfund Stickstoff darauf geerntet, 433 Pfd. weniger also, als überhaupt zugeführt wurde. Weder die Gramineen noch die Leguminosen würden hiernach, dies allein kann hieraus gefolgert werden, die Fähigkeit haben, die stickstoffhaltigen Blutbestandtheile ohne Dünger zu produciren. Wo bekommen denn nun aber die Gramineen und Leguminosen, die Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen unserer Wiesen den Stickstoff her, den sie in der Form von Blutbestandtheilen enthalten, den wir als Heu, als Milch und Fleisch darauf ernten. Während der Zeit, wo das Culturland nicht mehr Stickstoff uns lieferte, als wir im Dünger zugeführt hatten, producirte die gleiche Fläche Wiese (4 Morgen Land = 1 Hectare) in 100 Ctr. Heu 2060 Pfd. Stickstoff. Diesen Ertrag können wir auf Feldern ernten, welche nicht die kleinste Menge Stickstoff künstlich zugeführt erhalten?

Jedermann weiß, daß in dem holzarmen Aegypten die

Excremente der Thiere getrocknet das Hauptbrennmaterial ausmachen, daß Europa Jahrhunderte lang den Stickstoff aus dem Ruß dieser Excremente in der Form von Salmiak zugeführt erhielt, bis in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Gravenhorst in Braunschweig die Salmiakfabrikation entdeckte.

Außer den nicht flüchtigen, den Aschenbestandtheilen dieser Excremente, empfangen die Felder im Nilthale keinen thierischen Dünger und dennoch sind sie seit Perioden, die weiter als unsere Geschichte reichen, durch ihre Fruchtbarkeit sprüchwörtlich geworden, und diese Fruchtbarkeit ist noch heute so bewundernswürdig, wie sie in den frühsten Zeiten war. Diese Felder empfangen in dem Schlamme des übergetretenen Nils, jedes Jahr einen neuen, durch jahrtausendjährige Cultur noch nicht erschöpften Boden, durch den die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt werden. Der Schlamm des Nils enthält so wenig Stickstoff, als der Schlamm der Schweizeralpen, der bei Rheinüberschwemmungen unsere Felder befruchtet.

Welche ungeheure Lager von stickstoffhaltigen thierischen und vegetabilischen Stoffen müßten in der That die Hochgebirge Afrika's, in Höhen besitzen, welche über die Schneegrenze reichen, wo kein Vogel, kein Thier aus Mangel an aller Vegetation mehr Nahrung findet.

Wir wissen, daß der Käse von den Pflanzen stammt, welche den Kühen zur Nahrung gedient haben. Die Wiesenpflanzen Hollands empfangen den Stickstoff, der im Käse enthalten ist, aus derselben Quelle, wie bei uns, sie erhalten ihn aus der Luft. Tag und Nacht bleiben die Milchkühe in Holland auf der Weide, alle Salze, welche das Futter enthielt, bleiben in der Form von Urin und festen Excrementen

auf den Feldern, nur eine verhältnißmäßig sehr kleine Quantität wird in dem Käse ausgeführt.

Der Zustand der Fruchtbarkeit dieser Wiesen kann sich demnach so wenig ändern, wie der unserer Felder, die zwar nicht beweidet werden, denen wir aber den größten Theil der entzogenen Bodenbestandtheile in der Form von Dünger wieder ersetzen.

In den Käsedistricten Hollands bleiben diese Bodenbestandtheile auf den Wiesen zurück; in unseren landwirthschaftlichen Anstalten sammeln wir diese Bodenbestandtheile zu Hause und führen sie von Zeit zu Zeit unseren Feldern wieder zu.

Der Stickstoff des Harns, der festen Excremente der Kühe stammt von den Wiesenpflanzen Hollands, die ihn aus der Luft empfingen, aus der nämlichen Quelle stammt der Stickstoff aller Käsesorten, die in Holland, die in der Schweiz und in anderen Ländern gewonnen werden.

Seit Jahrhunderten haben die holländischen Wiesenfelder Millionen Ctr. Käse producirt, jedes Jahr werden tausende von Centnern Käse aus diesem Lande ausgeführt und diese Ausfuhr vermindert in keiner Weise die Ertragsfähigkeit dieser Wiesen, obwohl sie niemals mehr Stickstoff empfangen können, als wie sie schon enthalten.

Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß der Ertrag unserer Felder an Stickstoff nicht im Verhältniß zu der im Dünger zugeführten Stickstoffmenge steigt, daß unsere Felder durch die Ausfuhr stickstoffreicher Producte nicht erschöpfbar sind, eben weil es nicht der Boden, sondern die Atmosphäre ist, welche den Vegetabilien den Stickstoff liefert; daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger, durch Ammoniaksalze allein, die Fruchtbarkeit der Felder, ihre Ertragsfähigkeit, nicht

zu steigern vermögen, daß hingegen ihr Productionsvermögen in geradem Verhältniß mit den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt oder abnimmt.

Die Bildung der Blutbestandtheile, der stickstoffhaltigen Bestandtheile in unseren Culturpflanzen ist an die Gegenwart gewisser Materien geknüpft, welche der Boden enthält; fehlen diese Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr kein Stickstoff assimilirt; das Ammoniak in den thierischen Excrementen übt nur deshalb die günstige Wirkung aus, weil es begleitet ist von den zu seinem Uebergang in Blutbestandtheile nöthigen anderen Stoffen. Geben wir dem Felde diese anderen Bedingungen mit dem Ammoniak, so wird es assimilirt; fehlt aber dieses Ammoniak, so schöpft die Pflanze den Stickstoff aus der Luft, aus einer Quelle, in der sich der Abgang von selbst, durch die Fäulniß und Verwesung der gestorbenen Thier- und Pflanzenleiber, wieder ersetzt.

Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt vorfinden; es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.

Wir können uns denken, daß das Asparagin der wirksame Bestandtheil der Spargel- und Althäwurzel, daß die stickstoff- und schwefelreichen Bestandtheile des Senfsamens und aller Cruciferen erzeugbar sind ohne alle Mitwirkung der Bodenbestandtheile. Wären aber die organischen Blutbestandtheile in den Pflanzen erzeugbar, könnten sie gebildet werden auch ohne die Mitwirkung der anorganischen Blutbestandtheile, ohne Kali, Natron, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk, so würden sie für uns, für die

Thiere, welche auf die Pflanzennahrung angewiesen sind, dennoch keinen Nutzen haben, sie würden den Zweck, zu dem sie die Weisheit des Schöpfers bestimmt hat, nicht erfüllen. Ohne die Alkalien, die phosphorsauren Salze, kann sich kein Blut, keine Milch, keine Muskelfaser bilden, ohne den phosphorsauren Kalk allein würden wir Pferde, Ochsen und Schaafe, vielleicht aber ohne Knochen haben.

In dem Harn und den festen Excrementen der Thiere, in dem Guano, führen wir Ammoniak und damit Stickstoff unseren Culturpflanzen zu, dieser Stickstoff ist begleitet von allen mineralischen Nahrungsstoffen, und zwar genau in dem nämlichen Verhältnisse, wie beide in den Pflanzen, die den Thieren zur Nahrung dienten, enthalten waren, oder was das nämliche ist, in dem Verhältnisse, in welchem beide von einer neuen Generation von Pflanzen verwendbar sind.

Die Wirkung der künstlichen Zufuhr von Ammoniak, als der Stickstoffquelle, beschränkt sich also ähnlich, wie die des Humus als einer Kohlensäurequelle, auf das Moment der Zeit, auf eine in einer gegebenen Zeit beschleunigte Entwickelung unserer Culturpflanzen. In der Form von Thier- und Menschenexcrementen zugeführt, steigern wir durch das Ammoniak den Gehalt unserer Culturpflanzen an Blutbestandtheilen, eine Wirkung, welche das kohlensaure und schwefelsaure Ammoniak für sich allein nie besitzt.

Zur Vermeidung von jedem Mißverständniß muß wiederholt darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vorangegangene Auseinandersetzung in keiner Weise mit der Wirkung des künstlich zugeführten Ammoniaks oder der Ammoniaksalze in Widerspruch steht. Das Ammoniak ist und bleibt stets die Quelle alles Stickstoffs für die Pflanzen, seine Zufuhr ist nie nachtheilig, immer nützlich, für gewisse Zwecke durchaus unent-

behrlich, allein es ist für die Agricultur von der größten Wichtigkeit, mit Bestimmtheit zu wissen, daß die Zufuhr von Ammoniak für die meisten Culturgewächse unnöthig und überflüssig sei, daß der Werth eines Düngers, wie in Frankreich und Deutschland als festgesetzte Regel gilt, nicht beurtheilt werden darf, nach seinem Stickstoffgehalt, daß er diesem Stickstoffgehalt nicht proportional ist.

Durch die genaue Bestimmung der Aschenmenge der Culturpflanzen, die sich auf dem verschiedensten Boden entwickelt haben, so wie durch ihre Analyse, werden wir erfahren, welche Bestandtheile in der nämlichen Pflanze wechseln und welche constant sind. Wir werden zu einer genauen Kenntniß der Summe aller Bestandtheile gelangen, die wir in verschiedenen Ernten dem Boden nehmen.

Der Landwirth wird damit in Stand gesetzt sein, ähnlich wie in einer wohleingerichteten Manufactur, ein Buch zu führen über einen jeden seiner Aecker, mit Genauigkeit voraus zu bestimmen, welche Stoffe und in welcher Menge er sie hinzuführen muß, um den Acker, je nach der Menge der geernteten Frucht in seinen ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückzuversetzen; er wird genau in Pfunden auszudrücken wissen, wie viel er von dem einen oder andern Bodenbestandtheil zu geben hat, um seine Fruchtbarkeit für gewisse Pflanzengattungen zu steigern.

Diese Untersuchungen sind ein Bedürfniß unserer Zeit, wir werden durch den vereinigten Fleiß der Chemiker aller Länder in wenigen Jahren der Lösung dieser Aufgaben entgegensehen können und mit Hülfe erleuchteter Landwirthe zu einem rationellen, in seinen Grundfesten unerschütterlichen System der Land- und Feldwirthschaft für alle Länder und alle Bodenarten gelangen.

Anhang.

Die Quellen des Ammoniaks.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß mit der Erscheinung von Thieren auf der Oberfläche der Erde, die Mittel zu ihrer Erhaltung und Vermehrung, daß mithin Pflanzen vorhanden waren, die ihnen zur Nahrung dienen konnten; es muß uns als nicht minder nothwendig erscheinen, daß mit der Entstehung der Pflanzenwelt alle Bedingungen der Aeußerung des vegetabilischen Lebens sich im Boden und der Atmosphäre fertig gebildet und in hinreichender Menge befanden. Mit derselben Bestimmtheit, mit welcher wir die Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung voraussetzen, die ihnen den Kohlenstoff lieferte, müssen wir die gleichzeitige Existenz einer Stickstoffverbindung für unbestreitbar gewiß halten, die ihnen noch heute den Stickstoff liefert.

Geben wir den Standpunkt der Naturforschung auf, so können wir a priori nach Willkür und Neigung das Bestehen von anderen Kohlenstoffverbindungen, welche Antheil an dem Lebensproceß der Pflanze zu nehmen vermögen, für wahrscheinlich halten, allein wenn wir deren Standpunkt

nicht verlassen wollen, so existiren diese hypothetischen Kohlenstoffquellen für uns nicht, entweder weil sie uns gänzlich unbekannt oder zweifelhaft sind.

Dasselbe muß in Beziehung auf den Stickstoff als eine Wahrheit angenommen werden. Die Naturforschung kennt in diesem Augenblick, außer dem Ammoniak, keine andere Stickstoffverbindung, die, überall, an allen Punkten der Erde den wildwachsenden Pflanzen den Stickstoff zu liefern vermöchte. Keine andere ist jemals bei den Culturpflanzen von irgend einem Naturforscher, selbst nur als eine hypothetische Verbindung mit einem Namen bezeichnet worden und so lange nicht eine zweite Quelle des Stickstoffs aufgefunden ist, muß das Ammoniak in der Naturforschung als die einzige angesehen werden.

Ist nun, so kann man fragen, die Quantität des Ammoniaks, was wir in der Atmosphäre, in der Form von Pflanzen und Thieren als eine begrenzte Größe annehmen wollen, keiner Zunahme fähig? kennt man nicht Quellen von Ammoniak, wodurch das Vorhandene vermehrt wird? Diese Frage läßt sich in einer zweiten wiedergeben. Ob nämlich unzweideutige Thatsachen für die Meinung vorliegen, daß der Stickstoff der Luft die Fähigkeit besitzt, unter irgend einer Bedingung die Form des Ammoniaks, oder einer andern Stickstoffverbindung anzunehmen? Außer dem Ammoniak und der Salpetersäure kennen wir keine andere Stickstoffverbindungen bis auf die, welche in Pflanzen und Thieren vorkommen, oder solche, die mit ihrer Hülfe darstellbar, das heißt, daraus abgeleitet sind. Der Stickstoff existirt neben diesen nur in der Form des Gases, was wir als einen Hauptbestandtheil der Luft betrachten.

Der Mangel an Kenntniß der eigentlichen Quelle des

Stickstoffs für die Pflanzen hat die Naturforscher schon sehr frühe zu der Meinung verleitet, daß sie die Fähigkeit besitzen müßten, den Stickstoff der Luft in irgend einer Weise in ihrem Lebensproceß sich anzueignen. In der That blieb, so lange das Ammoniak als Bestandtheil der Luft nicht aufgefunden war, kaum ein Grund, an diesem Vermögen der Pflanze zu zweifeln, wo sollte sonst die wildwachsende Pflanze den Stickstoff ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile hergenommen haben!

Man kannte und betrachtete aber das Ammoniak nur als ein Product der Zerstörung und Zerlegung der Organismen. Die Erzeugung und Bildung des Ammoniaks setzte das Vorhandensein von Pflanzen oder Thieren voraus. Daher denn zwei Ansichten über den Ursprung des Ammoniaks, über deren Richtigkeit eben so wenig ein entscheidender Beweis geführt werden kann, wie über die Frage, ob das Huhn vor dem Ei, oder das Ei vor dem Huhn vorhanden war, ob das Wasser als Wasserstoff und Sauerstoff oder als Wasser geschaffen worden ist. Wir haben Gründe genug zu glauben, daß der Thierwelt eine Pflanzenwelt voranging, wir nehmen an, daß vor der Pflanze die Bedingungen ihres Lebens und ihrer Vermehrung vorhanden waren, daß also damals wie jetzt das Ammoniak einen Bestandtheil der Luft ausmachte, und die Zerstörung der Pflanze der Erzeugung von Ammoniak nicht vorausging. Es ist nun klar, daß wenn die nämlichen Ursachen noch fortwirken, welche vor dem Beginn des Pflanzenlebens die Bildung des Ammoniaks vermittelten, wenn ihre Wirkung einen Uebergang von gasförmigem Stickstoff in Ammoniak zur Folge hätten, so müßte noch heute, in jedem Zeitmomente, Ammoniak gebildet und die Summe des Vorhandenen dadurch vergrößert werden. Es liegt in der Natur

des menſchlichen Geiſtes, ſich Fragen dieſer Art zur Aufgabe zu ſtellen, ſelbſt wenn die Hoffnung, ſie zu löſen, noch ſo klein iſt. Wir wiſſen, daß die feſte Erdrinde aus Verbindungen von Sauerſtoff mit Metallen oder anderen Radicalen beſteht, und es ſcheint die Anſicht ganz zuläſſig, daß Kieſelerde aus Kieſel und Sauerſtoff, Eiſenoxyd aus Eiſen und Sauerſtoff und demzufolge Magneſia und Kali aus Sauerſtoff, Magneſium und Kalium entſtanden ſind, und dennoch iſt es völlig unmöglich, eine Urſache zu bezeichnen, welche vor der Zeit, wo die Verbindung vor ſich ging, den Sauerſtoff hinderte, ſich mit Kalium oder Magneſium zu vereinigen. Gab es, kann man fragen, eine Zeit, wo alle einzelnen Elemente in einem Chaos neben einander ſchwammen, wo ſie keine Art von Verwandtſchaft zu einander hatten? In welchem Zuſtande befand ſich damals das Chlor des Kochſalzes, der Kohlenſtoff der Kohlenſäure? Man bemerkt leicht, daß es über Fragen, welche den urſprünglichen Zuſtand der Materie berühren, keine Antwort giebt, und wenn wir über den Urſprung des Ammoniaks nicht mehr zu erfahren vermögen, als wir über die Bildung dieſer anderen auf der Erde vorkommenden Verbindungen wiſſen, ſo muß man ſich ſchon damit zufrieden geben, daß dieſe Fragen überhaupt nicht lösbar ſind oder vielleicht erſt in einer zukünftigen Zeit lösbar werden.

Die Eiſenerze in dem Urgebirge Südamerika's (Bouſſingault) und Schwedens (Berzelius), alle bis jetzt unterſuchten Eiſenerze geben beim Glühen eine gewiſſe Menge Waſſer von nachweisbarem Ammoniakgehalt. Woher ſtammt dieſes Ammoniak? Nach der Erklärungsweiſe des Ariſtoteles erklärte man ſich dieſen Ammoniakgehalt der Eiſenerze auf eine anſcheinend befriedigende Weiſe.

Das Waſſer iſt, ſo nimmt man an, die einzige in der anorganiſchen Natur vorkommende Waſſerſtoffverbindung, die anderen ſind Producte von Zerſetzungsproceſſen, denen das Waſſer den Waſſerſtoff liefert.

Das Ammoniak iſt entſtanden ähnlich wie die anderen Waſſerſtoffverbindungen, das Eiſenerz war früher Eiſen, laſſen wir es entſtehen durch Oxydation des Eiſens auf Koſten des Sauerſtoffs im Waſſer, ſo haben wir auf der einen Seite Eiſenoxyd, auf der andern eine Quelle von Waſſerſtoffgas. Wenn wir uns nun denken, daß Waſſerſtoffgas im Moment des Freiwerdens in Berührung mit Stickgas, was ſich im Zuſtand der Auflöſung im Waſſer befindet, ſich damit verbindet, ſo haben wir ja Ammoniak, was mit dem Eiſenoxyde in Verbindung bleibt.

Es iſt klar, daß wenn mit einiger Wahrſcheinlichkeit die Entſtehung der Eiſenoxyde auf naſſem Wege durch Oxydation auf Koſten des Sauerſtoffs des Waſſers, ermittelt wäre, wenn wir mit Beſtimmtheit wüßten, daß das Stickgas der Luft mit Waſſerſtoffgas im Entſtehungsmomente ſich vereinigen ließe, ſo wäre dieſe Erklärung des Ammoniakgehaltes der Eiſenerze völlig genügend, und es ließe ſich denken, wenn auch die Bildung des Ammoniaks unter den früheren Bedingungen, wo die Eiſenerze entſtanden, jetzt eine Grenze hat, daß bei Vereinigung von gleichen oder ähnlichen Bedingungen ſie noch fortdauern kann.

Was nun die Zerlegung des Waſſers durch Eiſen im beſondern betrifft, ſo findet ſie unter Umſtänden Statt, welche die gleichzeitige Entſtehung von Ammoniak auszuſchließen ſcheinen.

Bei gewöhnlicher Temperatur findet keine Zerlegung des Waſſers durch Eiſen Statt und in höherer Temperatur, beim

Sieden des Wassers, bleibt in diesem kein Stickgas in Auflösung zurück. Treiben wir ein Gemenge von Wasserdampf mit Stickgas über rothglühende Eisenspäne, so erhalten wir das Stickgas unverändert wieder, wiewohl gemengt mit Wasserstoffgas. Daß sich in diesem Fall kein Ammoniak erzeugen kann, erklärt sich leicht, da Ammoniakgas in Berührung mit metallischem Eisen in der Hitze in seine Bestandtheile zerfällt.

Bei Berührung von aufgeschlämmtem Eisenoxydhydrat mit feinzertheiltem metallischen Eisen, tritt übrigens schon bei wenig erhöhter Temperatur eine Wasserzersetzung, und damit eine Wasserstoffentwickelung ein, indem sich Eisenoxyduloxyd (das Oxyd des Magneteisensteins) bildet. Da das Eisenoxydhydrat hier ähnlich wirkt, wie eine Säure, so müßten wir in diesem Fall und überhaupt überall, wo Metalle unter Wasserstoffgasentwickelung in Säuren gelöst werden, in der Auflösung ein Ammoniaksalz erhalten.

Bis jetzt konnte aber die Gegenwart von gebildetem Ammoniak unter diesen Umständen nicht dargethan werden und es ist aus den Versuchen über die Zerlegung des Wassers durch einen elektrischen Strom mit Zuverlässigkeit ermittelt, daß das aus lufthaltigem Wasser entwickelte Wasserstoffgas stets eine gewisse Menge Stickgas enthält, was sich nicht entwickeln dürfte, wenn es mit dem freiwerdenden Wasserstoffgase Ammoniak zu bilden vermöchte.

Man hat als einen evidenten Beweis der Ammoniakbildung aus dem Stickstoff der Luft die Erfahrung betrachtet, daß das Eisenoxyd, was sich beim Rosten des Eisens in der Luft bildet, stets eine gewisse Menge Ammoniak enthält, allein die Luft enthält Ammoniak, was zum Eisenoxyde eine beträchtliche Verwandtschaft besitzt. Marshal Hall hat die

Unrichtigkeit der Ansicht, daß hierbei Wasser zerlegt werde, schon dargethan und besonders zu diesem Zwecke in dem hiesigen Laboratorium angestellte Versuche haben bewiesen, daß wenn die Luft, ehe sie mit dem rostenden Eisen in Berührung kommt, durch eine Röhre mit concentrirter Schwefelsäure geleitet und damit von ihrem Ammoniakgehalt befreit wird, daß das sich bildende Oxyd keine Spur von Ammoniak enthält.

Braconnot hat (Annal. de chim. et de phys. Tom. LXVII. p 104 u. ff.) gezeigt, daß die meisten Basalte, der Trapp, Granit von Rochepon, von Bresse, Syenit, Amphibole, der Wakit (eine Lava), der Basalt von Bedon, Quarz von Gerordines, Pegmatit und eine Menge anderer Felsarten bei trockner Destillation Wasser geben, welches deutlich Ammoniak enthält.

Diese Thatsachen lassen sich durch die Interpretation, die man dem Ammoniakgehalt der Eisenerze unterlegt hat, nicht erklären und keinem Zweifel kann es unterliegen, daß das Ammoniak in beiden einerlei Ursprung hat, obwohl es durch Oxydation des Eisens nicht entstehen kann.

Die Frage, ob überhaupt der Stickstoff der Luft die Fähigkeit hat, mit Wasserstoffgas in dem Momente, wo es aus Wasser frei wird, sich zu Ammoniak zu vereinigen, ist in der neuesten Zeit, wiewohl eines ganz andern Zweckes wegen, zu einem Gegenstand sehr genauer Versuche gemacht worden.

Die Herren Will und Varrentrapp wandten nämlich die bekannte Erfahrung, daß sich der Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen beim Glühen mit Kalihydrat als Ammoniak entwickelt, zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffs in der organischen Analyse an. Mittelst einer Säure gebunden und in die Form des sogenannten Platinsalmiaks gebracht,

läßt ſich das erzeugte Ammoniak mit Leichtigkeit wiegen und aus ſeiner bekannten Zuſammenſetzung der Stickſtoffgehalt berechnen. Eine große Menge Analyſen von Stickſtoffverbindungen, deren Stickſtoffgehalt genau bekannt war, zeigten, daß dieſes Verfahren ihrer Abſicht vollkommen entſprach, bis einige Zeit darauf von Reiſet Verſuche bekannt gemacht wurden, wonach auch mit ſtickſtofffreien Subſtanzen, Zucker z. B., mit Hülfe dieſes Verfahrens Ammoniak erhalten wurde, mit Materien, in denen der Stickſtoff als Beſtandtheil fehlt; er glaubte annehmen zu müſſen, daß der Stickſtoffgehalt der Luft, welche in den Poren der Miſchung enthalten war, die Urſache dieſer Ammoniakbildung ſei und daß mithin, da dieſe Luft nicht ausgeſchloſſen werden kann, dieſer Umſtand die Analyſirmethode ungenau und verwerflich mache.

Neue und mit aller Sorgfalt von Will wiederholte Verſuche zeigen, daß in der That unter Umſtänden, welche denen ähnlich ſind, die ſchon früher von Faraday beobachtet wurden, auch mit ſtickſtofffreien Materien, wenn ſie mit Kali geglüht werden, Ammoniak erhalten wird, daß aber beim Ausſchluß derſelben, Stickgas mit Waſſerſtoff im Momente ſeines Freiwerdens keine Verbindung eingeht, daß aus beiden kein Ammoniak gebildet werden kann.

Die bewundernswürdigen Verſuche von Faraday (Quarterly Journ. of Science T. XIX. p. 16) beweiſen, daß in allen den Fällen, wo beim Glühen von Kalihydrat mit ſtickſtofffreien Subſtanzen Ammoniak erhalten wurde, dieſes Ammoniak fertig gebildet in der Subſtanz oder im Kalihydrat ſich befand. Es giebt keine Beobachtungen, welche überzeugender für die außerordentliche Verbreitung des Ammoniaks ſind, deſſen Gegenwart ſich überall zu erkennen giebt, wo ſich atmoſphäriſche Luft befindet.

Zur richtigen Beurtheilung der Verſuche von Faraday, halte ich es für wichtig genug, ſie hier ausführlich auseinanderzuſetzen.

Nachdem nämlich Faraday beobachtet hatte, daß Holzfaſer, Leinewand, oxalſaures Kali und eine Menge anderer ſtickſtofffreien Materien mit Kali, Natron, Kalkhydrat ꝛc. erhitzt Ammoniak entwickelten, ſuchte er die Bedingungen, unter welchen Ammoniakbildung eintritt, auszumitteln; er ſuchte ſie zuerſt in den Alkalien. Kalihydrat aus Potaſche, aus Weinſtein, aus Kalium dargeſtellt, verhielt ſich völlig gleich. Die organiſchen Subſtanzen für ſich erhitzt, geben auf Curcuma keine Reaction auf Ammoniak, mit den Alkalien zuſammen geglüht, tritt hingegen Ammoniakbildung ein.

Es lag ganz nahe, dem Stickſtoffgehalt der Luft, welche die Subſtanzen umgab, einen Antheil an der Ammoniakbildung zuzuſchreiben, ſo wenig wahrſcheinlich dies auch ſchien, da die Luft bekanntlich Sauerſtoff enthält, von dem man niemals beobachtet hatte, daß er unter dieſen Umſtänden eine Verbindung mit dem freigewordenen Waſſerſtoff eingeht, obwohl ſeine Verwandtſchaft zum Waſſerſtoff unendlich größer iſt, als die des Stickgaſes.

Der Vorausſetzung nach würde der Stickſtoff der Luft mit Waſſerſtoff aus zerlegtem Waſſer Ammoniak gebildet haben müſſen, neben Sauerſtoffgas, was zum Waſſerſtoff eine weit größere Anziehung beſitzt.

Die Verſuche wurden in einer Atmoſphäre von reinem Waſſerſtoff wiederholt, aus Waſſer bereitet, was durch lange anhaltendes Kochen von aller Luft vorher befreit war.

Aber auch in dieſem Fall, wo alles Stickgas ausgeſchloſſen war, blieb die Ammoniakbildung nicht aus, es mußte demnach eine unbekannte Urſache der Ammoniakbildung geben,

und dies war denn auch der Schluß, den Faraday aus seinen Versuchen zog.

Jetzt, wo man weiß, daß das Ammoniak ein Bestandtheil der Luft, daß es wie diese allgegenwärtig, daß das Ammoniakgas ein coercibles Gas ist, was an der Oberfläche von festen Körpern in weit größerer Menge wie Luft condensirt wird, wo man weiß, daß es in destillirtem Wasser stets vorhanden ist, erklären sich diese und die anderen noch weit unbegreiflicheren Versuche Faraday's auf eine höchst einfache Weise.

Feiner glänzender Eisendraht in schmelzendes Kalihydrat gebracht, veranlaßte die Entwickelung von Ammoniak, aber sie hört bald auf, die Einführung einer zweiten Portion von glänzendem Draht bewirkt eine neue Ammoniakentwickelung (Faraday).

Zink in schmelzendem Kalihydrat bewirkt sogleich eine Entwickelung von Ammoniak und Wasserstoffgas, aber obwohl die Bedingungen der möglichen Bildung fortdauern (Zink, Luft und freiwerdender Wasserstoff), die erzeugte Menge Ammoniak nimmt nicht zu; durch Zusatz von frischem Zink oder Kalihydrat wird aber eine neue Menge Ammoniak bemerkbar.

Etwas Kali und Zink wurden zusammen erhitzt, ein Theil davon in eine Flasche gethan, die man sogleich verschloß, ein anderer Theil wurde in Wasser gelöst, die klare Auflösung eingetrocknet und 24 Stunden bei Seite gestellt. Nach Verlauf dieser Zeit gab die erste Portion nur zweifelhafte Spuren von Ammoniak. Die andere gab sehr deutliche Beweise von seiner Gegenwart, anscheinend als habe sie die Substanz, welche die Quelle von Ammoniak war, während der Operation aus der Luft aufgenommen (Faraday).

Weißer Thon von Cornwallis, welcher rothglühend gemacht und darauf eine Woche der Luft ausgesetzt ward, gab reichlich Ammoniak, wenn man ihn in einer Röhre erhitzte. In gut verstopften Flaschen nach dem Glühen aufbewahrt, ward dieser Effect nicht erzeugt.

Die unzweifelhaftesten Beobachtungen, daß das in allen diesen Fällen erhaltene Ammoniak aus der Atmosphäre stammt und an der Oberfläche dieser Materien condensirt war, sind folgende (Faraday).

Meeressand wurde in einem Tiegel glühend gemacht und auf einer Kupferplatte erkalten lassen; 12 Gran davon wurden in eine reine Glasröhre gebracht und eine gleiche Menge auf die Hand geschüttet, einige Augenblicke darauf gelassen, mit dem Finger umgerührt, sodann mittelst eines Platinbleches in eine zweite Röhre mit der Vorsicht gebracht, keine andere thierische Substanz anderweitig mit den Sandkörnern in Berührung zu bringen (Faraday).

Als die erste Röhre erhitzt wurde, gab sie mit Curcumapapier kein Zeichen von Ammoniak, wohl aber die zweite in sehr entscheidender Menge. Zur Vorsicht wurden in allen diesen Versuchen die angewandten Glasröhren nicht mit Tuch oder Werg gereinigt, sondern ungebrauchte Röhren genommen, die man zum Rothglühen in einem Luftstrom vorher erhitzte (Faraday).

Eine Portion Asbest rothglühend gemacht und mit einer metallnen Zange in eine Röhre gebracht, gab beim Erhitzen kein Ammoniak, hingegen eine andere Portion, die nur mit dem Finger zusammengedrückt war, sogleich Ammoniak lieferte, als man sie in einer Röhre erhitzte (Faraday).

Wir wissen nun, daß die Oberhaut Ammoniak ausdunstet, daß der Schweiß stets Ammoniaksalze enthält, und nichts

kann gewisser sein, als daß in den letztbeschriebenen Versuchen das Ammoniak, ähnlich wie bei dem gebrannten Thon, welcher der Luft ausgesetzt gewesen war, an der Oberfläche des Sandes oder des Asbestes condensirt sich befand.

Diese Versuche erklären den Ammoniakgehalt der Ackerkrume, in denen Pflanzen- und Thierstoffe völlig fehlen, so wie die Salpeterbildungen in Erdmischungen, welche verwesende Pflanzenstoffe enthalten, auf eine ungezwungene Weise.

Alle Beobachtungen vereinigen sich demnach in unserer gegenwärtigen Zeit zu dem Schlusse, daß der Stickstoff der Luft nicht die Fähigkeit besitzt, in Ammoniak verwandelt zu werden, daß wir demnach, welche Gründe wir auch für die Wahrscheinlichkeit dieses Ueberganges haben mögen, keineswegs berechtigt sind, die Meinung, daß ein Theil des Stickstoffs der Pflanzen aus dieser Quelle stammt, zu einem Principe zu erheben, eine Hypothese, der Alles widerspricht, was an positiven Thatsachen bis jetzt zu unserer Kenntniß gelangt ist.

Alle Versuche, welche zu beweisen scheinen, daß Stickstoff aus der Luft in dem Organismus gewisser Pflanzen fixirt werde, daß namentlich Erbsen und Bohnen, welche in einem von animalischen Materien völlig freien Boden vegetirten, das Vermögen besitzen müßten, sich Stickstoff aus der Atmosphäre anzueignen, können jetzt, wo man weiß, daß die Luft als constanten Bestandtheil Ammoniak enthält, nicht die geringste Geltung mehr haben. Wenn man zuletzt erwägt, daß alle diese Versuche in Umgebungen angestellt sind, wo die Atmosphäre weit reicher war an Ammoniak, als in freiem Felde, daß diese Pflanzen mit destillirtem Wasser begossuwd ure,en, was aus Brunnenwasser gewonnen, eine weit größere Menge ohlensaures Ammoniak ent-

hält, als das Regenwasser, so liegt kein Grund vor, die Vergrößerung des Stickstoffgehaltes in den Samen, Blättern und Stengeln, einer andern Quelle zuzuschreiben, die man nur geschaffen und erfunden hat, weil der Ammoniakgehalt des Wassers und der Luft damals nicht beachtet war, und jeder Anhaltpunkt zu einer richtigeren Erklärung gefehlt hätte.

Die Beobachtungen der Chemie haben dargethan, daß das Ammoniak nicht bloß ein Product der Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Stoffe, sondern in vielen chemischen Processen erzeugbar ist, wenn dem Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen in dem Momente seiner Abscheidung Wasserstoff dargeboten wird, mit dem er sich zu Ammoniak in diesem Fall vereinigt.

Zusammengesetzte stickstoffhaltige Gase (Cyangas, Stickoxyd, Stickoxydulgas ꝛc.), wenn sie mit Wasserstoffgas gemengt über glühenden Platinschwamm (Kuhlmann) oder über Eisenoxyd (Reiset) geleitet werden, verwandeln sich in Ammoniak.

Leitet man Wasserdampf über glühende stickstoffhaltige Holzkohle, so erhält man unter anderen Producten Blausäure, welche durch Alkalien in Ammoniak und eine Ameisensäure übergeführt werden kann.

Der Stickstoff der Salpetersäure mit Wasserstoff im Entstehungsmomente in Berührung, bei Auflösung des Zinns oder beim Schmelzen von salpetersauren Salzen mit Kalihydrat und organischen Stoffen, verwandelt sich in die Wasserstoffverbindung.

In allen den Fällen, wo wir einen stickstoffhaltigen Körper mit Kalihydrat einer höheren Temperatur aussetzen, tritt sein Stickstoff aus in der Form von Ammoniak.

Der Stickſtoff eines organiſchen Körpers, eines Pflanzen- und Thierſtoffs oder ihrer Kohle, ſtammt von dem Ammoniak, was die Pflanze aus der Atmoſphäre erhielt, er nimmt in den erwähnten Zerſetzungsproceſſen die urſprüngliche Form wieder an, er kehrt wieder in den Zuſtand des Ammoniaks zurück.

Alles dies ſind aber keine eigentlichen Ammoniakerzeugungen, ſie können bei der Frage, um die es ſich hier handelt, nicht in Betracht gezogen werden.

Iſt die Salpeterſäure ein Nahrungsmittel für die Gewächſe?

Um die Meinung, ob die Salpeterſäure ein Nahrungsmittel, eine von der Natur dargebotene Stickſtoffquelle für die Pflanzen ſei, in ihrer wahren Bedeutung aufzufaſſen, iſt es vor allem wichtig, den Urſprung der Salpeterſäure in's Auge zu faſſen.

Auf Veranlaſſung der franzöſiſchen Regierung ſetzte die Akademie der Wiſſenſchaften in Paris 1770 einen Preis auf die beſte Abhandlung über die Bildung der Salpeterſäure und ihre Erzeugung in künſtlichen Salpeterplantagen. Den Berichterſtattern der Akademie, unter denen ſich Lavoiſier befand, wurden 70 Abhandlungen zur Prüfung übergeben, deren Reſultat mit den in funfzig darauf folgenden Jahren

gemachten Erfahrungen in einer kleinen Schrift enthalten iſt, welche Gay-Luſſac im Jahre 1825 herausgab (Instruction sur la fabrication du salpetre, publié par la commission des poudres et salpetre, 1825).

Dieſes Reſultat iſt darin in den beiden folgenden Sätzen ausgedrückt:

1) »Aller Stickſtoff, welcher zur Bildung der Salpeterſäure nöthig iſt, wird derſelben von animaliſchen Subſtanzen geliefert.«
2) »In den zur Salpeterbildung geeigneten Materien erzeugt ſich an der Luft niemals Salpeter ohne Mitwirkung einer thieriſchen Subſtanz.«

Dieſem Ausdrucke unzähliger und unzweifelhafter Erfahrungen ſteht eine andere Anſicht gegenüber, welche vorausſetzt, daß ſich unter gewiſſen Bedingungen Salpeter in Erdmiſchungen bilden könne ohne alle Mitwirkung animaliſcher Subſtanzen, daß ſich darin Salpeterſäure erzeugen könne auf Koſten der Beſtandtheile der Luft. Die Anhänger dieſer Anſicht ſtützen ſich unter anderen auf folgende Erfahrungen. Wenn nämlich die Salpeter führenden Erden von allen löslichen Salzen durch Auslaugen befreit, mehrere Jahre hintereinander der Luft ausgeſetzt werden, ſo liefern ſie zum zweitenmale Salpeter und dieſe Wiedererzeugung erneuert ſich, wiewohl in abnehmendem Verhältniſſe zum dritten und viertenmale; hier ſind ja, ſo behaupten die Anhänger dieſer Anſicht, die ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen entfernt worden, wo ſollte nun der Stickſtoff der Salpeterſäure, die ſich nach der Hand erzeugt, anders hergekommen ſein, als aus der Luft. Dieſer Schluß iſt gegen alle Regeln der inductiven Wiſſenſchaften. Wenn eine bekannte Urſache in allen unterſuchten Fällen eine und dieſelbe Wirkung hervorbringt, ſo müſſen

wir in den nicht unterſuchten Fällen, von der beobachteten gleichen Wirkung rückwärts, auf die nämliche Urſache ſchließen, wir dürfen keine neue Urſachen erfinden, um uns die Mühe der näheren Unterſuchung zu erſparen.

Nie iſt von denen, welche die Meinung hegen, daß der Stickſtoff der Luft in den Salpetererden in Salpeterſäure übergehen könne, die Menge der in dieſen Miſchungen enthaltenen ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen beſtimmt, nie iſt die Menge des gewonnenen Salpeters damit verglichen worden. Die Perſonen, welche, wie Gay-Luſſac, dieſe Mühe auf ſich nahmen, fanden ſtets, daß nur eine den vorhandenen animaliſchen Subſtanzen entſprechende Menge Salpeter gebildet wird, weniger, wenn es daran fehlte, mehr, wenn ihre Menge vergrößert wurde.

Einen andern Grund für dieſe Meinung hat man von der Bildung der ſalpeterſauren Salze in gewiſſen Kalkhöhlen auf Ceylon hergenommen, wo ſich nach der Angabe von J. Davy ſalpeterſaurer Kalk und Kali in einem Feldſpath führenden Kalkſtein bildet, welcher keine Spur animaliſcher Subſtanzen enthielt. Dieſes letztere iſt aber ſehr zu bezweifeln, indem es kaum einen Kalkſtein giebt, welcher nicht beim Erhitzen eine ammoniakaliſche Flüſſigkeit giebt. Der Verſuch, aus beſonders zu dieſem Zwecke gereinigten Materialien (kohlenſaurem Kalk, Feldſpath und reinem ammoniakfreien Waſſer) in dieſen Höhlen ſalpeterſaure Salze entſtehen zu machen, wäre entſcheidend geweſen, wenn ſich nach einer gewiſſen Zeit in einer ſolchen Miſchung Salpeter gefunden haben würde, allein dieſer Verſuch iſt ſo wenig wie die Unterſuchung des von oben durch die Decke der Höhle filtrirenden Waſſers gemacht worden. Der Schluß, daß ſich in dieſen Höhlen Salpeterſäure auf Koſten des Stickſtoffs der Luft

bilde, iſt keineswegs gerechtfertigt; nur das iſt gewiß und der Wahrheit entſprechend, daß die Bildung des Salpeters den Beſuchern dieſer Höhlen unbekannt geblieben iſt.

So findet ſich ſehr häufig in dem Brunnenwaſſer der Städte eine beträchtliche Menge Salpeter, der in den Brunnen und Quellen außerhalb gänzlich fehlt. Berzelius fand in dem Brunnenwaſſer der Stadt Stockholm ſalpeterſaure Salze, Marggraf erwähnt ihr Vorkommen ebenfalls und ich ſelbſt habe in zwölf Brunnen der Stadt Gießen das Vorhandenſein von ſalpeterſauren Salzen dargethan (Ann. de ch. et de phys. XXXV. 332), die in ſechs Brunnen 2—300 Schritte von der Stadt entfernt, nicht nachgewieſen werden konnten. An dieſen Orten werden dem Boden thieriſche Materien in verweſendem und faulendem Zuſtande in Menge zugeführt und überall verwandelt ſich der Stickſtoff derſelben in Salpeterſäure, wo die Bedingungen zu dieſem Uebergange ſich vereinigen.

Einen großen Theil alles Salpeters, der in Frankreich zur Pulverfabrikation und anderen Zwecken verbraucht wird, gewinnt man in Paris. Die dortigen Salpeterſieder verwenden zu dieſem Zweck den untern Theil der alten abgebrochenen Häuſer, der mit den Flüſſigkeiten der Straße in beſtändiger Berührung iſt. In dieſem Theil der Häuſer findet ſich reichlich Salpeter, während die oberen Theile keine Spur enthalten.

Es kann nicht geleugnet werden, daß in einer Erde, in welcher ſich ſalpeterſaure Salze zu bilden vermögen, die meiſten Pflanzen üppiger und kräftiger ſich entwickeln, als in einem Boden, worin die Bedingungen der Salpeterſäurebildung fehlen.

Mit dem größten Rechte ſchreibt man den in einem ſol-

chen Boden enthaltenen Thierſtoffen, den Alkalien, ſo wie den in den Thierſubſtanzen enthaltenen phosphorſauren Salzen die Urſachen ſeines günſtigen Einfluſſes auf die Vegetation zu. Aus den Thierſubſtanzen entſteht das für die Pflanzen ſo nothwendige Ammoniak, ohne ſie würde ſich in dieſen Erdmiſchungen keine Salpeterſäure bilden können.

Die Gegenwart ſalpeterſaurer Alkalien zeigt in einem Boden mit Beſtimmtheit an, daß ſich die wichtigſten Bedingungen des Gedeihens der Pflanze darin befinden, allein dieſe Salze ſind nicht die Urſache dieſes Gedeihens, eben weil beide, der üppige Pflanzenwuchs und die Salpeterbildung, Effecte von einerlei auf die Erde wirkenden Urſachen ſind.

Gewiß iſt, daß die ganze weite Umgegend der Salpeterminen zu Quarta jaga und Sta. Roſa, die mit ſalpeterſauren Salzen durchdrungen iſt, buchſtäblich eine vollkommene Wüſte darſtellt, in welcher nur ein kleiner Cactus ſpärlich fortkommt (Darwin). Ein Grund der Unfruchtbarkeit dieſer Gegend mag in dem Mangel an Waſſer liegen, allein wären ſie feucht und erhielten ſie reichlichen Regen, ſo würden die ſalpeterſauren Salze längſt verſchwunden ſein, und auch ohne ihre Gegenwart würden alsdann in dieſem Clima alle Gewächſe in üppigſter Fülle gedeihen.

Der gewöhnlichſte Irrthum iſt, daß man einen Boden, in dem ſich ſalpeterſaure Salze befinden, verwechſelt mit einem andern, in dem ſie ſich bilden. Wenn in dem erſtern die Bedingungen zu einer weitern Bildung von Salpeterſäure (animaliſche Subſtanzen) fehlen, ſo iſt er unfruchtbar, er iſt hingegen fruchtbar, wenn dieſe Bedingungen vorhanden ſind. Die letzteren ſind alſo die Urſachen des beſſern Gedeihens der Gewächſe und nicht die ſalpeterſauren Salze.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt ſich, daß die Bildung der Salpeterſäure auf der Oberfläche der Erde, ſoweit unſere Erfahrungen reichen, abhängig iſt von der Gegenwart thieriſcher Materien.

Da nun die Thierſubſtanzen ihren Stickſtoff aus der Luft und zwar in der Form von Ammoniak empfangen, ſo ſtammt in letzter Form die Salpeterſäure der ſalpeterſauren Salze aus dem Ammoniak der Atmoſphäre. Man kann nun hinzuſetzen, daß das Ammoniak nicht nur die letzte, nein, daß es als die nächſte Quelle der Salpeterſäure angeſehen werden muß. Wir haben nämlich Gründe zu glauben, daß der Stickſtoff verweſender Thierſubſtanzen, ehe er in Salpeterſäure übergeht, die Form von Ammoniak annimmt, und daß dieſes erſt die Fähigkeit hat, mit dem Sauerſtoff der Luft Salpeterſäure zu bilden (ſiehe das Kapitel über Verweſung im 2ten Theil dieſes Buches), ſo daß wir alſo das Ammoniak als die Hauptquelle aller Salpeterſäurebildung auf der Oberfläche der Erde anſehen können, daß man die Erzeugung von Salpeterſäure überall zugeben kann, wo ſich Ammoniak und die Bedingungen ſeiner Oxydation vereinigt finden.

Das Vorkommen ungeheurer Lager von ſalpeterſauren Salzen in Südamerika kann nicht den entfernteſten Grund abgeben, außer der gewöhnlichſten Bildungsweiſe der Salpeterſäure noch eine andere anzunehmen, es iſt nicht nöthig, den Stickſtoff der Luft zu Hülfe zu nehmen, um ihre große Ausdehnung erklärlich zu finden. Wir finden ja in der Natur ganze Gebirge von Schalthieren, von Ueberreſten mikroſkopiſcher Thiere, die im lebenden Zuſtande eine gewiſſe Menge Stickſtoff enthielten, wir finden große Lager von Thierexcrementen (Koprolithen), welche die Exiſtenz zahlloſer

Individuen einer untergegangenen Thierwelt außer Zweifel ſetzen. In den Proceſſen der Fäulniß und Verweſung konnte der Stickſtoff, der einen Beſtandtheil ihrer Organe ausmachte, nur in zwei Formen austreten, in den kalten Climaten vorzugsweiſe in der Form von Ammoniak, in den warmen Gegenden in der Form von Salpeterſäure, welche letztere ſich natürlich da anhäufen mußte, wo aus Mangel an Waſſer die daraus gebildeten Salze nicht fortgeführt werden konnten.

Das Ammoniak iſt übrigens nicht die einzige Quelle der Salpeterbildung. Wir kennen in der Wirkung, welche der elektriſche Funke auf die Beſtandtheile der Luft, die gleichzeitig die Elemente der Salpeterſäure ſind, ausübt, noch eine zweite Quelle, die dem Anſchein nach ſehr verbreitet iſt.

Cavendiſh beobachtete zuerſt, daß beim anhaltenden Hindurchſchlagen von elektriſchen Funken das Volumen der feuchten Luft abnimmt, daß ſich hierbei eine im Waſſer lösliche Säure bilde. Dieſer große Naturforſcher bewies in einer Reihe unzweifelhafter Verſuche, daß durch den Einfluß der Elektricität die Beſtandtheile der Luft, der Sauerſtoff mit dem Stickſtoff, ſich zu Salpeterſäure vereinigen.

Es iſt nun wahrſcheinlich, daß der Blitz, der mächtigſte elektriſche Funke, den man kennt, wenn er bei einem Gewitter die feuchte Luft durchſchneidet, eine Verbindung der Beſtandtheile der Luft zu Salpeterſäure zur Folge haben muß.

In einer Unterſuchung des Regenwaſſers, welche der Autor in dem Jahre 1826—1827 anſtellte (Ann. de ch. et de phys. XXXV. 329), ergab es ſich in der That durch die Analyſe von 77 Regenwaſſer-Rückſtänden, daß 17 davon, die durch Verdampfung von Gewitterregenwaſſer erhalten

worden waren, mehr oder weniger Salpeterſäure enthielten, welche theils an Kalk, theils an Ammoniak gebunden war. In den 60 anderen Rückſtänden enthielten nur zwei Spuren von Salpeterſäure.

Das Vorkommen der Salpeterſäure in dem Regenwaſſer als ſalpeterſaures Ammoniak macht es ungewiß, ob der Stickſtoff derſelben von der atmoſphäriſchen Luft oder von dem in derſelben in Gasform vorhandenen Ammoniak ſtammt. Henry hat beobachtet, daß Ammoniakgas bei Gegenwart von Sauerſtoffgas durch elektriſchen Funken ebenfalls in Salpeterſäure übergeführt wird. Es iſt klar, daß wenn der Regen in der Form von Staub kohlenſauren Kalk mechaniſch beigemiſcht enthält, ſich beim Abdampfen das darin enthaltene ſalpeterſaure Ammoniak in kohlenſaures Ammoniak, was entweicht, verwandelt, und man ſalpeterſauren Kalk zerlegen muß, der im Rückſtand bleibt.

Die Menge der in dem Gewitterregenwaſſer enthaltenen Salpeterſäure iſt nicht beſtimmbar. Zwei bis drei hundert Pfunde filtrirtes Regenwaſſer liefern nur einige Gran eines gefärbten Rückſtandes, und das darin enthaltene ſalpeterſaure Salz macht nur einen Bruchtheil ſeines Gewichts aus.

Die Analyſe des Quell- und Flußwaſſers iſt weit geeigneter, um zu einer beſtimmten Vorſtellung über die Menge von Salpeterſäure zu gelangen, welche durch den Einfluß der Elektricität in der Atmoſphäre gebildet wird. Denken wir uns die Salpeterſäure frei im Waſſer vorhanden, ſo muß ſie als eine flüchtige Säure beim Verdampfen in Porzellangefäßen entweichen, der Rückſtand wird keine Spur davon enthalten, wenn die zu ihrer Fixirung nöthigen Baſen fehlen. Das Waſſer unſerer Quellen, Bäche und Flüſſe iſt Regenwaſſer, was, wenn Salpeterſäure einen Beſtandtheil

davon ausmacht, beim Hindurchſickern durch die Erde, in welcher Kalk und alkaliſche Baſen niemals fehlen, einen Gehalt von ſalpeterſauren Salzen empfangen muß.

Es geht nun aus den intereſſanten Beobachtungen, welche Göbel auf ſeiner Reiſe in die Steppen des ſüdlichen Rußlands gemacht hat, hervor, daß durch die Verdunſtung des Waſſers vom Charyſacha-Fluſſe, der in den Elton-See fällt, dieſes letztere eine jährliche Zufuhr von 47777 Millionen Pfunden Salz erhält. Von der Waſſermaſſe, welche verdunſten muß, um dieſe Salzmenge abzuſetzen, kann man ſich eine Vorſtellung machen, wenn man erwägt, daß das Charyſacha-Waſſer nicht ganz 5 p. c. an Salzen enthält.

Der Fluß entſpringt etwa 40 Werſte vom Elton-See und erhält ſein Waſſer durch den im Gebirge fallenden Regen und durch den Schnee.

Es iſt klar, daß, wenn die Salpeterſäure einen conſtanten oder überhaupt bemerkbaren Beſtandtheil des Regenwaſſers ausmacht, man in der nach dem Kryſtalliſiren des Salzes zurückbleibenden Salzlauge nachweisbare Mengen von Salpeterſäure auffinden müßte. Allein Göbel hat weder in dem Waſſer des Fluſſes, noch in dem abgelagerten Salze Anzeichen der Gegenwart ſalpeterſaurer Salze beobachtet.

In dem Waſſer des arteſiſchen Brunnens *) auf der

---

*) Payen fand in 100000 Theilen dieſes Waſſers:

Kohlenſauren Kalk	6,80
» Magneſia . . .	1,42
» Kali	2,96
ſchwefelſaures Kali	1,20
Chlorkalium	1,09.

Ebene von Grenelle, in dem Nilwaſſer*), in dem Seinewaſſer, was in trockner Jahreszeit kohlenſaures Ammoniak enthält, in dem Themſewaſſer, dem Rheinwaſſer, hat bis jetzt Niemand das Vorhandenſein ſalpeterſaurer Salze dargethan.

Man kann hiernach annehmen, daß in Europa die Menge der Salpeterſäure, welche die Erde durch den Regen empfängt, verſchwindend klein iſt, und daß, wenn die durch den Blitz gebildete Salpeterſäure eine günſtige Wirkung auf die Vegetation ausübt, dieſer Einfluß nicht als eine Quelle des Stickſtoffs für die Pflanzen in Rechnung genommen werden darf. Wenn man erwägt, daß die Anzahl der Gewittertage in den meiſten Gegenden nur durchſchnittlich 12, in vielen nur 8 beträgt, ſo muß es von vorn herein durchaus unmöglich erſcheinen, die Gegenwart der Salpeterſäure in dem Fluß- und Quellwaſſer nachzuweiſen.

Unter dem Aequator, wo die Gewitter weit häufiger ſind, ließe ſich denken, daß der Salpeterſäuregehalt des Regenwaſſers bemerklich größer iſt, allein wenn derſelbe nach den bekannten Unterſuchungen von Quell- und Flußwaſſer beurtheilt wird, z. B. nach den Analyſen des Waſſers von

---

*) Regnault fand in 22 Pfd. Nilwaſſer:

Kohlenſauren Kalk	5,30
kohlenſaure Magneſia	7,43
Eiſenoxyd	0,53
Kochſalz	4,77
ſchwefelſaure Bittererde	0,53
Kieſelerde	1,06
Thonerde	1,59
Extractivſtoff	0,53
kohlenſaures Gas	12,19
	33,93 Grammen.

Paipa bei Tunga, des Waſſers des Rio vinagré und der heißen Mineralquellen der Cordilleren, welche Bouſſingault in Südamerika angeſtellt hat, und in denen keine Anzeichen der Gegenwart von ſalpeterſauren Salzen beobachtet worden ſind, ſo finden wir auch in dieſen keine Gründe für die Meinung, daß durch die Wirkung des Blitzes in dieſen Gegenden eine bemerklich größere Menge Salpeterſäure erzeugt wird, als in den gemäßigten Zonen.

Aus dem Vorhergehenden läßt ſich der Schluß ziehen, daß die Salpeterſäure oder ihre Salze von der Natur nicht dazu beſtimmt ſind, den Pflanzen Stickſtoff zu liefern. Wäre dies in der That der Fall, ſo müßte man vorausſetzen, daß dieſe Quelle allen Pflanzen ohne Unterſchied zugänglich wäre. Aber den Seepflanzen iſt ſie völlig abgeſchloſſen und auch bei den Landpflanzen der gemäßigten und kalten Zonen kann der Seltenheit der Gewitter wegen nicht angenommen werden, daß ein wägbarer Theil ihres Stickſtoffgehaltes der durch die Wirkung des Blitzes auf die Beſtandtheile der Luft erzeugten Salpeterſäure ihren Urſprung verdankt.

Angenommen aber, die Salpeterſäure nehme einen beſtimmten Antheil am Pflanzenleben, ſo bleibt das Ammoniak immer die letzte Quelle des Stickſtoffs der Pflanzen, denn ſoweit die Unterſuchungen reichen, wird alle Salpeterſäure an der Oberfläche der Erde durch Verweſung des Ammoniaks gebildet, und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die Salpeterſäure, die wir in dem Gewitterregenwaſſer finden, von dem Vorhandenſein des nämlichen Körpers abhängig iſt.

Die Zurückführung der Wirkung aller ſtickſtoffhaltigen Thier- und anderer Subſtanzen auf die einzige von der Natur allen Pflanzen dargebotene Nahrungsquelle für den Stickſtoff, ſchließt, wie ſich von ſelbſt verſteht, die Anwendung

dieſer verſchiedenen anderen Stoffe in der Agricultur nicht aus. Wenn wir wiſſen, daß wollene Lumpen, Hornſpäne, Haare in dem Acte ihrer Verweſung langſame aber andauernde Quellen von Ammoniak darſtellen, ſo liegt es in der Natur der Sache, daß wir ſie benutzen überall, wo ihr Preis, verglichen mit dem zu erwartenden Vortheil, ihre Anwendung nicht ausſchließt.

Ganz daſſelbe muß für die ſalpeterſauren Salze gelten. Wir haben darin Stickſtoff in einer andern Form, als im Ammoniak, die Salpeterſäure oder vielmehr ſalpetrige Säure iſt die dem Ammoniak gerade entgegengeſetzte Verbindung, allein wir ſehen, daß in dem Organismus der Pflanze die Kohlenſäure und das Waſſer, deren Beſtandtheile mit einer weit größern Kraft zuſammengehalten ſind, eine Zerlegung erfahren. Wir betrachten die Schwefelſäure als eine Quelle für den Schwefel. Warum ſollte die Salpeterſäure nicht durch die nämlichen Urſachen eine ähnliche Zerlegung erfahren, warum ſollte ihr Stickſtoff nicht ähnlich, wie der Kohlenſtoff oder Schwefel, zu einem Beſtandtheil eines Pflanzentheils werden können?

Durch das Ueberſtreuen der Felder mit ſalpeterſaurem Natron haben einige Landwirthe, namentlich auf Grasland, einen bemerkbar höhern Ertrag erhalten; auf Getreidefeldern und für Wurzelgewächſe zeigte es ſich minder wirkſam.

Die Frage, von welchem Beſtandtheil dieſes Salzes der günſtige Erfolg abhängig war, iſt noch nicht entſchieden. Drückt man den Ertrag an Heu und Stroh, den Herr Gray in Dilſton und Herr Hyett durch Düngung mit ſalpeterſaurem Natron mehr erhielten (ſiehe Journal of the royal agricultural society of England), durch ihren bekannten Stickſtoffgehalt aus, ſo ergiebt ſich das ſonderbare

Reſultat, daß die Quantität an Stickſtoff, welche in dieſem Heu und Stroh geerntet wurde, doppelt ſo viel beträgt, als das zur Düngung angewandte ſalpeterſaure Salz enthielt!

Wenn man ſich nun erinnert, daß der Ertrag vieler Wieſen durch Düngung mit gebrannten Knochen oder durch Holzaſche um die Hälfte, ja um das Doppelte bis Dreifache geſteigert werden kann, durch Materien alſo, die keinen Stickſtoff enthalten, ſo bleibt es immer noch zweifelhaft, ob es die Salpeterſäure des ſalpeterſauren Natrons iſt, von der die Wirkung ausgeübt wurde.

Eine Menge von Pflanzen, wie Borago officinalis, Cochlearia officinalis, Mesembryanthemum crystallinum, Apium graveolens, die Sonnenblume, der Tabak enthalten in ihrem Safte gelöſet beträchtliche Mengen von Salpeter, den man in anderen Pflanzen, welche auf demſelben Boden in ihrer Nähe wachſen, nicht findet. Das ſtete Vorhandenſein des ſalpeterſauren Salzes erlaubt keinen andern Schluß, als daß der Stickſtoff der Salpeterſäure nicht in ihrem Organismus verwendet wird zur Bildung ihrer ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile, eben weil ſie ſonſt in einer gewiſſen Periode des Lebens dieſer Pflanze mit dieſem Uebergang verſchwinden müßte.

In allen Fällen ſind die ſalpeterſauren Salze Düngmittel, welche dem Acker diejenigen Bodenbeſtandtheile nicht erſetzen, die man in der Ernte dem Boden nimmt, und wenn ſie auch durch ihren Säure- oder Alkaligehalt das Wachsthum ein oder zwei Jahre lang ſteigern, ſo muß durch dieſe Steigerung ſelbſt der Boden um ſo früher erſchöpft und um ſo ärmer werden. Ein eigentlicher dauernder Gewinn iſt durch die Anwendung ſalpeterſaurer Salze nicht zu erwarten.

Nimmt der Stickſtoff der Luft Antheil an der Vegetation.

Prieſtley und Ingenhouß hatten angenommen, daß die Pflanzen die Eigenſchaft beſitzen, das Stickgas der Luft zu aſſimiliren. Der erſtere führt an, daß ein Exemplar von Epilobium hirsutum unter einer Glasglocke von 10 Zoll Höhe und einem Zoll Weite innerhalb eines Monats ſieben Achtel der darin enthaltenen Luft abſorbirt habe.

Dieſe Verſuche ſind von de Sauſſure (Unterſuchungen. S. 189) mit aller Sorgfalt in reinem Stickgas ſowohl, wie in atmoſphäriſcher Luft, genau nach dem Verfahren, was Prieſtley vorſchreibt, wiederholt worden, allein mit einem entgegengeſetzten Reſultat. De Sauſſure bemerkt: „Ich habe die Verſuche viel länger fortgeſetzt, allein ich habe niemals eine Verminderung von Stickgas wahrnehmen können. Daſſelbe zeigte ſich bei allen anderen Gewächſen, die ich den nämlichen Proben unterwarf. Die Pflanzen verdichten alſo das Stickgas der Luft nicht merklich: die Verſuche von Woodhouſe und Sennebier beſtätigen dieſe Behauptung.“

Wir haben demnach keine directen Beweiſe für die Anſicht, daß der Stickſtoff der Luft in dem Lebensproceß der Pflanze zu einem Theil ihrer ſelbſt übergeht. In dem gegenwärtigen Augenblick fehlen aber auch alle indirecten Beweiſe.

Viele landwirthschaftliche Schriftsteller gefallen sich darin, als entscheidende Beweise für die Assimilation des Stickstoffs der Luft durch die Pflanzen, die Versuche und Beobachtungen von Bousſingault anzuführen, allein ihrer Interpretation, zu Gunsten dieser Meinung, fehlen alle Stützen.

Dieser ausgezeichnete Naturforscher stellte zur Lösung der Frage über den Ursprung des Stickstoffs in den Culturpflanzen eine große Anzahl von Versuchen an, deren Resultat wir mit seinen eigenen Worten wiedergeben (Ann. de chim. et de phys. LXIX.):

»Ich glaube, durch zahlreiche Analysen bewiesen zu haben, daß der Stickstoffgehalt einer Reihenfolge von Gewächsen stets größer ist und häufig in einem stärkern Verhältniß, als der Stickstoff des Düngers.

Dieser Ueberschuß stammt zweifellos aus der Luft und es ist mehr als wahrscheinlich, daß in diesem Fall ein Theil des überschüssigen Stickstoffs in der Form von salpetersaurem Ammoniak aufgenommen wird, von welchem Hr. Liebig gezeigt hat, daß es sich häufig als Bestandtheil des Gewitterregenwassers findet. Ehe dies angenommen werden darf, muß natürlich die Wirkung dieses Salzes auf die Gewächse erst ausgemittelt werden.«

In seiner letzten Abhandlung über diesen Gegenstand (Ann. de ch. 3. Série. T. I. p. 240) sagt Bousſingault:

»Wenn man diese Tabellen durchgeht, so ergiebt sich, daß der Stickstoffgehalt der geernteten Pflanzen stets den des Düngers an Quantität übersteigt. Ich nehme im Allgemeinen an, daß dieser Ueberschuß von der Atmosphäre stammt. Was die Art und Weise betrifft, wie dieses Element in die Pflanze aufgenommen wird, so weiß ich darüber nichts anzugeben. Der Stick-

stoff kann direct als Gas oder aufgelöst im Wasser aufgenommen worden sein, oder was möglich ist, wie einige Naturforscher (de Saussure) glauben, es kann in der Luft eine unendlich kleine Menge Ammoniak enthalten sein.«

Die Versuche von Bousſingault sind also Beweise dafür, daß sich in den Culturpflanzen nicht allein der Stickstoff des Düngers wiederfindet, sondern außer diesem noch ein Ueberschuß der aus keiner andern Quelle abgeleitet werden kann, als aus der Atmosphäre. Daß der Stickstoff der wildwachsenden Pflanzen aus der Luft stammen muß, darüber hatte man, als keines Beweises bedürftig, keine Versuche nöthig.

Bousſingault hat nicht im entferntesten daran gedacht, seine Versuche als Gründe für die Meinung geltend zu machen, daß der Stickstoff der Luft in den Organismus der Pflanze überzugehen vermöge, sondern nur als Beweise, daß der Stickstoff der Culturpflanzen aus der Atmosphäre stamme.

Der Riesentang.

Hier (Terra del Fuego) giebt es ein Product des Meeres, dessen Bedeutung einer besondern Auseinandersetzung werth ist. Es ist der Kelp oder Riesentang (Fucus giganteus nach Solander). Diese Pflanze wächst auf allen Felsen, im niedrigsten Wasser wie in der größten Tiefe. Ich glaube, während der Reise der Adventure und Beagle wurde kein Felsen an der Oberfläche des Meeres entdeckt, welcher nicht bedeckt war mit diesem schwimmenden Unkraut. Der Stengel ist rund, schleimig und glatt und ist selten über einen Zoll dick, mehrere zusammen genommen sind stark genug, um das ganze Gewicht der Steinblöcke zu tragen, an denen sie befestigt sind, und einige dieser Steine sind so schwer, daß sie, an die Oberfläche gezogen, kaum durch eine Person in ein Boot gehoben werden können.

Cook in seiner zweiten Reise sagt, daß in »Kerguelen Land« dieses Kraut von einer ganz außerordentlichen Länge vorkommt, obwohl der Stengel selten dicker als ein Daumen ist. Ich habe erwähnt, daß an manchen Orten, wo es wächst, wir mit dem Senkblei bei einer Tiefe von 24 Faden noch keinen Grund erreichten. Die Wassertiefe muß deshalb noch weit größer sein. Da nun dieses Kraut nicht in gerader Linie in die Höhe wächst, sondern einen sehr spitzen Winkel mit dem Boden macht, und viel davon nach der Hand mehrere Faden weit auf der Oberfläche sich ausbreitet, so glaube ich mit Sicherheit behaupten zu können, daß

einige dieser Pflanzen eine Länge von 60 Faden und mehr erreichen.

Gewiß ist, daß es an den Falklandsinseln und dem Feuerland ausgedehnte Boden giebt, welche von 10 und 15 Faden Tiefe in die Höhe kommen. Ich glaube nicht, daß der Stengel irgend einer Pflanze in der Welt die große Länge von 360 Fuß erreicht, wie von Cook angegeben ist. Ihre geographische Verbreitung ist sehr beträchtlich, es findet sich an den äußersten südlichen Inselchen vom Cap Horn an bis nordwärts an der äußern Küste bis zur Breite von 43°; an der Westküste von Chilve bei 42° Breite kommt es ziemlich häufig vor, wiewohl nicht so üppig. Möglicherweise mag es noch nördlicher vorkommen, aber bald folgen dort verschiedene Arten darauf. Wir haben demnach für sein Vorkommen 15 Grade Breite und nicht weniger als 140 Längengrade.

Die Anzahl lebendiger Geschöpfe aller Arten, deren Bestehen auf's engste geknüpft ist an den Kelp, ist wundervoll. Ein dickes Buch könnte mit der Beschreibung der Bewohner von einer dieser Seewiesen angefüllt werden. Beinahe jedes Blatt, bis auf die, welche an der Oberfläche schwimmen, ist so dick mit Corallinen incrustirt, daß es weiß erscheint. Wir finden ausgesucht feine Bildungen (Struction), einige bewohnt von hydraähnlichen Polypen, andere von zusammengesetzterer Organisation und schönen zusammengesetzten Ascidien. An der ebenen Oberfläche der Blätter finden sich mannichfaltige patelli, ferner Muscheln, nackte Molusken und viele zweischalige Muscheln befestigt. Zahllose Schalthiere halten sich in jedem Theil der Pflanze auf. Wenn man die großen in einander verwickelten Wurzeln schüttelt, so fällt ein Haufen von kleinen Fischen, Muscheln, Krabben, Seeeier,

Sternfiſche, ſchöne Holuthurien, Planerien und kriechende Nereiden von mannichfaltigen Formen heraus. Ich kann dieſe großen Meerwälder der ſüdlichen Halbkugel nur mit den großen Landwäldern unter den Tropen vergleichen. Doch wenn die letzteren in irgend einer Gegend zerſtört werden würden, ſo glaube ich kaum, daß eben ſo viele Thiergeſchlechter untergehen würden, als unter gleichen Umſtänden mit dem Kelp. Mitten in dem Laube dieſer Gewächſe leben zahlreiche Arten von Fiſchen, welche nirgends anderswo Schutz oder Nahrung zu finden vermöchten. Mit ihrer Zerſtörung würden die vielen Seemöven, Taucher und andere von Fiſchen lebenden Vögel, die Otter, Seekälber und Meerſchweine würden ebenfalls bald untergehen, und zuletzt würde der wilde Feuerländer, der Herr dieſes elenden Landes, ſeine cannibaliſchen Feſte verdoppeln müſſen, ſie würden an Anzahl hierdurch immer abnehmen und zuletzt zu beſtehen aufhören.« Ch. Darwin, Journ. of researches 304.

Zusammensetzung
der
künstlichen Ackererde,

welche in Wiegmann's und Polstorf's Versuchen über die organischen Bestandtheile der Gewächse benutzt wurde (Preisschrift S. 9):

Quarzsand	861,26
schwefelsaures Kali . . .	0,34
Kochsalz	0,13
Gyps (wasserfrei) . . .	1,25
geschlemmte Kreide . . .	10,00
kohlensaure Bittererde . .	5,00
Manganoxyd	2,50
Eisenoxyd	10,00
Thonerdehydrat	15,00
phosphorsaurer Kalk . . .	15,60
torfsaures *) Kali . . .	3,41

*) Zur Darstellung dieser Verbindungen wurde gewöhnlicher Torf mit schwacher Kalilauge gekocht und die sehr dunkel gefärbte Auflösung mit verdünnter Schwefelsäure niedergeschlagen. Der Niederschlag ist die unter dem Namen Torfsäure aufgeführte Substanz. Durch Auflösung derselben in Kali, Natron oder Ammoniak und Abdampfen der gesättigten Lösungen wurden obige Verbindungen dieser Basen mit der Torfsubstanz und durch wechselseitige Zersetzung dieser Auflösungen mit reinem Kalk, Bittererde und Salz der torfsaure Kalk, Bittererde, Eisenoxyd, Thonerde dargestellt. Unter Humus versteht man bekanntlich die in Verwesung übergegangenen Thier- und Pflanzenstoffe, welche in fruchtbarer Ackererde selten fehlen. W. u. P. ersetzten diese durch die Torfsubstanz. Durch anhaltendes Kochen der Torfsäure mit Wasser geht sie in die unlösliche Modification über, welche oben als unlösliche Torfsäure angeführt wurde.

torfsaures	Natron . . .	2,22
»	Ammoniak . .	10,29
»	Kalk	3,07
»	Bittererde . .	1,97
»	Eisenoxyd. . .	3,32
»	Thonerde . . .	4,64
unlösliche	Torfsäure . . .	50,00.

Verhalten der in reinem Sande und in künstlicher Ackererde gezogenen Pflanzen:

Vicia sativa.

A.

In reinem Sande.

Die Pflanze erreichte bis zum vierten Juli eine Höhe von 10 Zoll und schien einzeln blühen zu wollen. Am 6. und 7. Juli entfalteten sich einzelne Blüthen, welche auch am 11. schon kleine Schoten ansetzten, die aber keinen Samen enthielten und am 15. schon verwelkt waren. Sämmtliche Pflanzen, die unten schon gelbe Blätter zeigten, wurden mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen, die Wurzeln mit destillirtem Wasser abgewaschen, getrocknet und eingeäschert.

B.

In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zur Mitte Junius eine Höhe von 18 Zoll, so daß sie mit Reisern gestützt werden mußte, blühte vom 16. Juni an üppig und setzte gegen den 26. Juni viele gesunde Schoten an, die am 8. August reiften und keimfähigen Samen enthielten. Sämmtliche Pflanzen wurden wie die obigen mit den Wurzeln aus dem Boden genommen, gewaschen, getrocknet und eingeäschert.

Hordeum vulgare.

A.

In reinem Sande.

Die Gerste hatte bis zum 30. Junius, da sie unvollkommen blühte, eine Höhe von fast 1¼ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter gelb, weshalb ich am 1. August sämmtliche Halme aus dem Boden zog und sie wie die Wickenpflanzen behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zum 25. Junius, da sie vollkommen blühte, die Höhe von 2¼ Fuß, setzte gut an, und lieferte am 10. August reifen und vollkommnen Samen, worauf die Halme sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen, und wie oben behandelt wurden.

Avena sativa.

A.

In reinem Sande.

Der Hafer hatte bis zum 30. Junius, da derselbe sehr unvollkommen blühte, die Höhe von fast 1½ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter wie bei der Gerste gelb, weshalb ich die Halme ebenfalls am 1. August aus dem Boden zog, und sie wie oben behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Der Hafer erreichte bis zum 28. Junius, da er vollkommen blühte, die Höhe von 2½ Fuß, setzte gut an und lie-

ferte am 16. August reifen und vollständig körnigen Samen, worauf die Halme mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt wurden.

Polygonum Fagopyrum

A.

In reinem Sande.

Der am 8. Mai aufgelaufene Buchweizen schien von allen in reinen Sand gesäeten Gewächsen am besten zu gedeihen, er erreichte zu Ende des Monats Junius eine Höhe von 1½ Fuß, und verästelte sich bedeutend. Am 28. Junius fing er an zu blühen, blühte bis zum September, doch ohne Früchte anzusetzen, und würde sicher noch länger fortgeblüht haben, wenn ich ihn nicht am 4. September, weil er gar zu viele Blätter verlor, aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt hätte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Der Buchweizen in diesem Boden wuchs sehr schnell, erreichte die Höhe von 2½ Fuß, verästelte sich so stark, daß er mit einem Stocke gestützt werden mußte, fing schon am 15. Junius an zu blühen und setzte vollkommne Samen an, die größtentheils am 12. August schon gereift waren. Am 4. September wurde derselbe, zum Theil noch blühend und mit unreifen Früchten, weil er unten zu viel Blüthen verlor, sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Nicotiana Tabacum.

A.

In reinem Sande.

Der am 10. Mai gesäete Tabak lief erst am 2. Junius

auf, entwickelte sich aber ganz normal. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter erhalten hatten, zog ich die überflüssigen heraus und ließ nur die fünf kräftigsten davon stehen, diese wuchsen sehr langsam bis zum Eintritte des Frostes im October fort, erhielten aber nicht mehr als 4 Blätter, und erreichten nur die Höhe von 5 Zoll, ohne einen Stengel zu bilden. Sie wurden am 21. October mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser auch am 10. Mai gesäete Tabak lief schon am 22. Mai auf und wuchs kräftig. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter bekommen hatten, zog ich die überflüssigen aus, und ließ nur drei der kräftigsten stehen. Diese wuchsen freudig in die Höhe, bekamen über 3 Fuß hohe Stengel und viele Blätter, fingen am 25. Julius an zu blühen, setzten am 10. August schon Samen an und lieferten den 8. September einzelne reife Samenkapseln mit vollkommenen Samen. Am 21. October wurden auch diese Pflanzen aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Trifolium pratense.

A.

In reinem Sande.

Der am 5. Mai aufgelaufene Klee wuchs im Anfange ziemlich freudig, hatte aber bis zum 15. October nur eine Höhe von 3½ Zoll erreicht, als seine Blätter plötzlich braun wurden, weshalb ich ihn aus dem Boden zog, und wie oben behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser hatte am 15. October die Höhe von 10 Zoll erreicht, war dunkelgrün und buschig, als ich ihn, mit dem vorigen zu vergleichen, aus dem Boden zog, und ihn wie oben behandelte.

Aschen-Analysen der Samen.

100 Theile trockner Pflanze liefern	in Wasser löslich	in Salzsäure löslich	Kieselerde		zusammen Procent Asche
Vicia faba	1,562	0,563	0,442	=	2,567
Hordeum vulgare . .	0,746	0,563	1,123	=	2,432
Avena sativa . . .	0,465	0,277	2,122	=	2,864
Polygonum fagopyrum	0,823	0,547	0,152	=	1,522
Trifolium pratense .	1,218	3,187	0,282	=	4,687

Aschenbestandtheile der in reinem Sande und in künstlichem Boden gewachsenen Pflanzen:

		liefern im Wasser	in Salzsäure	in beiden unlösliche (Kieselerde)		im Ganzen Aschenbestandtheile
Vicia sativa 15 Gr. lufttrockner Pflanze	im Sand	0,516	0,375	0,135	=	1,026 Gr.
	in künstlicher Ackererde	0,693	0,821	0,320	=	1,834 »
Hordeum vulgare 12,5 Gr. Pflanze	Sand	0,123	0,195	0,355	=	0,673 »
	k. Ackererde	0,167	0,226	0,487	=	0,880 »
Avena sativa 13 Gr. Pflanze	Sand	0,216	0,024	0,354	=	0,594 »
	k. Ackererde	0,255	0,030	0,461	=	0,746 »
Polygonum fagopyrum	Sand (12 Gr.)	0,086	0,094	0,045	=	0,225 »
	k. Ackererde (12,7 Gr.)	0,148	0,226	0,133	=	0,507 »
Nicotiana Tabacum	Sand (4 Gr. Pflanze)	0,223	0,252	0,031	=	0,506 »
	k. Ackererde (21,5 Gr. Pflanze)	1,146	2,228	0,549	=	3,923 »
Trifolium pratense 14,5 Gr. Pflanze	Sand	0,522	0,350	0,091	=	0,963 »
	k. Ackererde	0,659	0,943	0,082	=	1,684 »

Die obigen Zahlen drücken aus die ungleichen Gewichte der mineralischen Nahrungsstoffe, welche in P. und W. Versuchen gleiche Gewichte der erwähnten Pflanzen von dem Sand und der künstlichen Ackererde aufgenommen hatten, es sind dies also die relativen Gewichte ihrer Aschenbestandtheile und nicht die absoluten Mengen, welche der Sand und die künstliche Ackererde an jede einzelne Pflanze abgegeben hatte. So z. B. lieferten bei der Einäscherung die fünf der im Sande gezogenen Tabakspflanzen 0,506 Grm. Asche, während drei der im künstlichen Boden gewachsenen Tabakspflanzen 3,923 Grm. Asche gaben, fünf würden mithin gegeben haben 6,525 Grm. Asche. Die mineralischen Bestandtheile, welche der Sand in 5 Tabakspflanzen abgegeben hatte, verhalten sich zu denen, welche 5 Tabakspflanzen von dem künstlichen Boden empfingen, wie 10 : 120. In gleichen Zeiten empfing also eine Tabakspflanze von dem künstlichen Boden nahe 13mal mehr Bodenbestandtheile, als von dem Sande, und ihre Entwickelung stand in einer ganz bestimmten Beziehung zu diesem ungleichen Vorrath von Nahrungsstoffen. Wiegmann und Polstorf zogen von den Zahlen in der letzten Reihe, welche die Menge Asche bezeichnen, die von einem gegebenen Gewichte der Pflanze gewonnen worden war, das Gewicht der Asche des Samens der Einsaat ab, allein da nur die ganze Ernte der im Sande gezogenen Pflanzen verbrannt wurde und nur ein entsprechendes Gewicht der im künstlichen Boden gewonnenen, so sind die von ihnen angegebenen Zahlen mit einem kleinen Fehler behaftet. Das Gewicht des Samens der Einsaat betrug bei allen Pflanzen drei Grammen, beim Tabak wurde der Samen nicht gewogen.

Tabellen

über

den Gehalt an Feuchtigkeit der in Bouſſingault's Verſuchen analyſirten Pflanzenſtoffe.

	trockne Mat. (bei 110° C. getrocknet)	Waſſer.
Weizen	0,855	0,145
Roggen	0,834	0,166
Haſer	0,792	0,208
Weizenſtroh . .	0,740	0,260
Roggenſtroh . .	0,813	0,187
Haferſtroh . . .	0,713	0,287
Kartoffeln . . .	0,241	0,759
Runkelrüben . .	0,122	0,878
Steckrüben . . .	0,075	0,925
Topinambour . .	0,208	0,792
Erbſen	0,914	0,086
Erbſenſtroh . .	0,882	0,118
Kleeheu . . .	0,790	0,210
Topinambourſtengel	0,871	0,129

Zuſammenſetzung des Düngers:

bei 110° C. im leeren Raum getrocknet.

	Kohlenſtoff	Waſſerſtoff	Sauerſtoff	Stickſtoff	Salze u. Erde.
I.	32,4	3,8	25,8	1,7	36,3
II.	32,5	4,1	26,0	1,7	35,7
III.	38,7	4,5	28,7	1,7	26,4
IV.	36,4	4,0	19,1	2,4	38,1
V.	40,0	4,3	27,6	2,4	25,7
VI.	34,5	4,3	27,7	2,0	31,5
Mittel	35,8	4,2	25,8	2,0	32,2

Die Analyſe zeigt, daß dieſe Düngerquantität, die den Boden (1 Hectare = 4 Morgen Land) während einer fünfjährigen Fruchtfolge düngen ſoll, enthält:

	Kilogr.
Kohlenſtoff	3637,6
Waſſerſtoff	426,8
Sauerſtoff	2521,5
Stickſtoff	203,2
Salze und Erde	3271,9
	10161,0.

Zuſammenſetzung der geernteten Producte, im leeren Raum bei 110° C. getrocknet.

	Mit der Aſche.					Nach Abzug der Aſche.			
	Kohlenſtoff.	Waſſerſtoff.	Sauerſtoff.	Stickſtoff.	Aſche.	Kohlenſtoff.	Waſſerſtoff.	Sauerſtoff.	Stickſtoff.
Weizen	46,1	5,8	43,4	2,3	2,4	47,2	6,0	44,4	2,4
Roggen	46,2	5,6	44,2	1,7	2,3	47,3	5,7	45,3	1,7
Haſer	50,7	6,4	36,7	2,2	4,0	52,9	6,6	38,2	2,3
Weizenſtroh . .	48,4	5,3	38,9	0,4	7,0	52,1	5,7	41,8	0,4
Roggenſtroh . .	49,9	5,6	40,6	0,3	3,6	51,8	5,8	42,1	0,3
Haferſtroh . . .	50,1	5,4	39,0	0,4	5,1	52,8	5,7	41,1	0,4
Kartoffeln . . .	44,0	5,8	44,7	1,5	4,0	45,9	6,1	46,4	1,6
Runkelrüben . .	42,8	5,8	43,4	1,7	6,3	45,7	6,2	46,3	1,8
Steckrüben . .	42,9	5,5	42,3	1,7	7,6	46,3	6,0	45,9	1,8
Topinambour . .	43,3	5,8	43,3	1,6	6,0	46,0	6,2	46,1	1,7
Gelbe Erbſen . .	46,5	6,2	40,0	4,2	3,1	48,0	6,4	41,3	4,3
Erbſenſtroh . .	45,8	5,0	35,6	2,3	11,3	51,5	5,6	40,3	2,6
Roth. Kleeheu .	47,4	5,0	37,8	2,1	7,7	51,3	5,4	41,1	2,2
Topinambourſtengel	45,7	5,4	45,7	0,4	2,8	47,0	5,6	47,0	0,4.

I. Umlauf.

Jahrgang.	Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Kartoffeln	12800	3085	1357,4	178,9	1379,0	46,3	123,4
2.	Weizen .	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Weizenſtroh	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen .	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenſtroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Steckrüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Hafer . .	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Haferſtroh	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
	Summe	40418	17791	8383,1	973,3	7172,9	250,7	1010,9
Verwendeter Dünger		49086	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
	Differenz		+ 7630	+ 4745,5	+ 546,5	+ 5551,4	+ 47,5	2261,0

II. Umlauf.

Jahrgang.	Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Runkelrüben	26000	3172	1357,7	184,0	1376,7	53,9	199,8
2.	Weizen .	1185	1013	467,0	58,8	439,6	23,3	24,3
	Weizenſtroh	2693	1993	964,0	105,6	775,3	8,0	139,5
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen .	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenſtroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Rüben . .	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Hafer . .	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Haferſtroh .	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
	Summe	53101	17478	8192,7	956,5	7009,0	254,2	1065,5
Verwendeter Dünger		49080	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
	Differenz		+ 7317	+ 4555,1	+ 529,7	+ 4387,5	+ 51,0	− 2206,4

III. Umlauf.

Jahrg.	Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Kartoffeln .	12800	3085	1357,4	178,9	1379,0	46,3	123,4
2.	Weizen . .	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Weizenſtroh	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1323,0	84,6	310,2
4.	Weizen . .	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenſtroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Steckrüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Erbſen . .	1092	998	464,1	61,9	399,2	41,9	30,9
	Erbſenſtroh	2790	2461	1127,3	123,0	876,1	56,6	278,1
6.	Roggen .	1679	1394	644,0	78,1	616,1	23,7	32,1
	Roggenſtroh	3731	3033	1513,5	169,8	1231,4	9,1	109,2
	Summe	46566	23330	10949,7	1268,8	9404,8	353,6	1353,2
Verwendet. Dünger		58900	12192	4364,2	512,2	3145,5	243,8	3925,8
	Differenz		+11138	+6585,5	+756,6	+6259,3	+109,8	−2572,6

IV. Umlauf.

Jahrgang.	Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Gedüngt. Brachfeld	—	—	—	—	—	—	—
2. u. 3.	Weizen .	3318	2836	1037,4	164,5	1230,8	65,2	68,1
	» ſtroh	7500	5550	2686,2	294,2	2159,0	22,2	388,5
	Summe	10818	8386	3993,6	458,7	3389,8	87,4	456,6
Verwendet. Dünger		20000	4140	1482,1	173,9	1068,1	82,8	1333,1
	Differenz		+4246	+2511,5	+284,8	+2321,7	+4,6	−876,5

V. Topinambour-Cultur.

Jahr. Subſtanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trockne Ernte. Kilogr.	Kohlenſtoff. Kilogr.	Waſſerſtoff. Kilogr.	Sauerſtoff. Kilogr.	Stickſtoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1. 2. Topinamb.	52880	11000	4763,0	638,0	4763,0	176,0	660,0
Holzig. Stengel	28200	24542	11224,7	1326,3	11224,7	98,2	687,2
Summe	81080	35562	15987,7	1964,3	15987,7	274,2	1257,2
Verwend. Dünger	45450	9408	3368,1	395,1	2427,3	188,2	3029,3
Differenz		+26154	+12619,6	+1569,2	+13560,4	+86,0	—1682,1

Ueberſicht aller Verſuche.

Umlauf.	Trockner Dünger auf 1 Hectare in 1 Jahr. Kilogr.	Stickſtoffgehalt des Düngers. Kilogr.	Trockne Ernte in 1 Jahr. Kilogr.	Stickſtoff der Ernte. Kilogr.	Gewinn an organ. Materie. Kilogr.	Gewinn an Stickſtoff. Kilogr.
1.	2032	40,6	3558	50,1	1526	9,5
2.	2032	40,6	3495	50,8	1463	10,2
3.	2032	40,6	3888	58,9	1856	18,4
4.	1360	25,8	2795	29,1	1435	3,3
5.	4704	94,1	17781	137,1	13087	43,0.

Analysen einiger Pflanzenaschen von Hertwig (Annalen der Pharmacie XLVI.)

100 Theile enthalten:	Buchenholzasche	Buchenrinde	Tannenholz	Tannenrinde	Tannennadeln	Fichtennadeln	Havannatabak	Hannov. Tabak	Feldbohnenstroh	Erbsenstroh I.	Erbsenstroh II.	Kartoffelkraut	Klee, Luzerne *)
Kohlensaures Kali . .	11,72		11,30				6,18		13,32	4,16	4,34		23,47
Kohlensaures Natron .	12,37	3,02	7,42	2,95		10,72	19,4	1,61	16,06	8,27		4,69	8 16
Schwefelsaures Kali .	3,79					1,95		11,11	32,4	10,75	11,99		2,23
Kochsalz							8,64	9,24	0,28	4,63	3,72	2,28	2,27
Schwefelsaures Natron							7,39	1,09					
Kieselsaures Kali . .						3,90							
Kohlensaurer Kalk . .	49,54	64,76	50,94	64,98		63,32	51,38	40,00	39,50	47,81	49,73	43,68	41,61
Bittererde	7,74	16,90	5,60	0,93		18,6	7,09	4,27	1,92	4,05	1,38	3,76	6,41
Phosphorsaurer Kalk .	3,32	2,71	3,43	5,03		6,35	9,04	17,95	6,43	5,15	1,15	5,73	11,80
Phosphorsaure Bittererde	2,92	0,66	2,90	4,18					6,66	4,37	7,82		0,91
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,76	0,46	1,04	1,04		0,88			3,49	0,90	3,64	1,30	0,81
Phosphorsaure Thonerde	1,51	0,84	1,75	2,42		0,71				1,20		2,75	
Phosphors. Manganoxydul	1,59												
Kieselerde	2,46	9,04	13,37	17,28		10,31	8,26	15,25	7,97	7,81	15,54	29,81	2,26

*) Analyse von Thon.

Analyse der Roggenstrohasche
von Dr. Fresenius.

A. In Wasser und Salzsäure lösliche Bestandtheile:

Kali, welches an Kieselsäure gebunden war	6,88	
Schwefelsaures Kali	1,75	
Chlorkalium	0,25	
Chlornatrium	0,56	
Kalk, welcher an Kieselsäure gebunden war	4,19	
Magnesia	0,76	
Phosphorsaurer Kalk	2,50	
» Magnesia	1,28	
» Eisenoxyd	1,57	
» Manganoxydul in geringer Menge.		
		19,74

B. In Wasser und Salzsäure unlöslicher Rückstand:

Kali, an Kieselsäure gebunden	9,21	
Kalk, » » »	3,43	
Magnesia » » »	1,16	
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,63	
» Manganoxydul, Spuren.		
Kieselsäure	63,89	
Kohle	0,94	
		80,26
		100,00

Im Ganzen.

Kali, an Kieselsäure gebunden	16,09
Schwefelsaures Kali	1,75
Chlorkalium	0,25
Chlornatrium	0,56
Kalk, an Kieselsäure gebunden	7,62
Magnesia » » » »	1,92
Phosphorsaurer Kalk	2,50
» Magnesia	1,28
» Eisenoxyd	3,20
» Manganoxydul, in geringer Menge.	
Kieselsäure	63,89
Kohle	0,94
	100,00.

Aſchen-Analyſen von Berthier.

	Weißbuchenholz.	Weißbuchenholzkohle.	Rothbuchenholzkohle.	Eichenholz.	Eichenrinde.	Lindenholz.	Mohalebkirſchenholz.	Traubenholz lunderholz.	Holz von Cervis Siliquastrum.	Erlenholz.	Tannenholz.		Fichtenkohle.	Weizenſtroh.	Rheinfarrenkraut.	Kartoffelkraut.	Tabakswurzel.
Procente der Aſche		2,65	3,00	2,50	6,00	5,00	1,60	1,64	1,70			0,83	1,24	4,40		15,00	
100 Aſche halten in Waſſer löslicher Theile .	18,9	17,2	1,60	12 0	5,0	10,8	1,60	31,5	19,0	18,8	25,7	50,0	13,6	9,0	29,0	4,2	12,3
— — nicht löslicher	81,1	78,9	82,0	88,0	95,0	89,2	84,0	68,5	81,0	81,2	74,3	50,0	86,4	81,0	71,0	95,8	87,7
100 lösliche Theile halten:																	
Kohlenſäure . .		24,60	22,4	24,0	23,2	27,42	20,0	24,0	24,9	6,6	30,2	13,5	20,75	Spur	15,0	6,2	10,0
Schwefelſäure . .		7,25	7,3	8,1	6,0	7,53	6,0	6,4	3,1	0,3	3,1	6,9	12,00	2,0	5,6	23,0	10,3
Salzſäure . . .		4,61	5,2	0,1	0,7	1,80	10,0	0,4	0,5		0,3	0	6,63	13,0	11,0	12,0	18,26
Kieſelerde . . .		1,00	1,0	0,2	0,8	1,61	1,0	0,2	1,0		1,0	2,0	1,33	35,0			
Kali		50,65										28,2	31,66				
Natron		12,10	64,1	67,6	69,3	60,64	63,0	67,0	70,5		65,4	41,5	15,33	50,0	68,4	58,8	61,44
Waſſer												7,9					
100 nicht lösliche Theile halten:																	
Kohlenſäure . .	33,2	29,20	32,9	39,6	38,5	39,8	34,0	31,4	34,0	31,0	23,0	21,5	36,0		25,3		
Phosphorſäure .	10,0	8,80	5,7	0,8		2,8	6,3	8,3	7,5	7,7	4,2	1,8	1,0	1,2	8,0		
Kieſelerde . . .	5,0	3,90	5,8	3,8	1,1	2,0	1,8	3,2	2,4	5,0	8,0	13,0	4,6	75,0	21,8	38,0	
Kalk	38,6	42,70	42,6	54,8	50,1	51,8	48,8	49,2	46,0	50,2	39,8	27,2	42,3	5,8	42,8		
Bittererde . . .	7,8	6,95	7,0	0,6	0,8	2,2	7,0	2,5	7,2	2,5	4,4	8,7	10,5		0,7		
Eiſenoxyd . . .	1,4	0,10	1,5			0,1	0,5	1,1	1,3	3,6	14,1	22,3	0,1	2,5	0,7		
Manganoxyd . .	3,4	6,95	4,5		7,4	0,6	0,8	1,8	0,7		6,0	5,5	0,4		0,7		
Kohle		1,40			2,1								4,8	7,5			
Kali														8,0			

	Wallnuß-baumholz.	Holz des weißen Maulbeerbaums.		Pomeranzenbaum-holz.	Holz von Quercus alba.	Holz der Steineiche.	Birkenholz.	Bohnen-baumholz.	Kastanien-baumholz.
Procente der Asche . . .	1,57	1,60					1,00	1,25	
100 Asche halten in Wasser									
lösliches	15,4	15,0	25,0	9,6	7,5		16,0	31,5	14,6
— — nicht lösliches . .	84,6	85,0	75,0	90,4	92,5		84,0	68,5	85,4
100 lösliche Theile halten:									
Kohlensäure	20,2		23,0	37,0			17,0		18,75
Schwefelsäure	5,1		8,3				2,3	8,2	8,75
Salzsäure	0,5		4,0	4,0			0,2	2,0	0,50
Kieselerde	0,5						1,0	1,7	2,75
Kali	73,2		5,20				79,5		69,25
Natron und Wasser . .			11,5	5,9					
100 nicht lösliche Theile halten:									
Kohlensäure	37,0	27,1	42,0	33,5	41,4	35,81	31,0	19,0	30,60
Phosphorsäure . . .	4,8	11,6	1,8	1,9	3,0	2,81	4,3	18,4	1,81
Kieselerde	4,2	7,7	2,9	6,0	3,3	5,05	5,5	8,0	8,45
Kalk	42,4	46,7	46,1	45,0	50,3	48,34	52,2	45,6	51,10
Bittererde	4,4	5,2	4,6	7,0	1,0	2,40	3,0	9,0	3,80
Eisenoxyd	4,0	0,3	0,5	1,0	1,0	4,78	0,5		3,50
Manganoxyd		0,5	1,3				3,5		
Kohle				5,6					

	Farrenkraut.	Weizenſtroh.	Schafthen.	Haidekraut.	Rheinfarren.
Schwefelſaures Kali . .	0,70	0,4	12,0	5,0	3,3
Chlorkalium	Spur	3,2	11,4	1,2	9,0
Kohlenſaures Kali . . .		Spur		6,8	16,7
Kali, an Kieſelerde geb. .		13,0			
Kieſelerde	73,0	71,5	50,8	37,5	16,5
Kohlenſaurer Kalk . . .	24,8	9,6	6,2	28,0	43,4
Schwefelſaurer Kalk . .			14,4		
Phosphorſaurer Kalk . .	1,0	2,3	2,2	13,0	10,0
Bittererde	0,5		3,0	1,0	0,2
Eiſenoxyd				1,4	0,7
Manganoxyd				6,1	0,2
	100,0	100,0	100,00		100,0

Analyſen einiger Pflanzenaſchen der Gegend von Solz in Kurheſſen. Ernte 1842.

Von Thon*).

	Stockerbſen.	Gelbe Kocherbſen.	Kleine Feldbohnen.	Weizen.
Kohle	—	—	—	0,522
Kieſelerde	0,56	0,29	1,48	1,914
Phosphorſ. Eiſen .	0,68	1,94	0,34	0,525
Kalk	2,96	2,70	5,38	3,011
Magneſia	7,75	6,91	7,35	13,575
Phosphorſäure . .	38,34	34,01	35,33	45,531
Schwefelſäure . . .	2,63	4,28	2,28	—
Kali	27,12	35,20	21,71	24,170
Natron	17,43	10,32	21,07	10,340
Chlornatrium . . .	1,88	2,56	3,32	—
	99,35	98,21	98,26	99,588

*) In dem Laboratorium zu Gießen angeſtellt.

Die Weizenaſche wurde von röthlich gelbem Weizen (ohne Grannen) bereitet.

Die Stockerbſe und kleine Feldbohne ſind nicht eßbar. Beide ſind als Viehfutter ausgezeichnet gut.

Der Boden, auf dem dieſe Pflanzen wuchſen, beſteht aus Thon und Lehm mit wenig Sand und kohlenſaurem Kalk vermiſcht.

Zu de Sauſſure's Unterſuchungen über den Urſprung der mineraliſchen Beſtandtheile der Pflanzen.

	a. der Granit vom Mont Breven enthält:	b. das Geſtein des La Salle Gebirges enthält:	c. der Kalkſtein des Reculey de Thoiry enthält:
Kalk	1,74	24,36	(kohlenſ.) 98,
Alaunerde	13,25	4,	0,625
Kieſelerde	73,25	30,	
Eiſenoxyd / Manganoxyd	9,	13,	0,625
Kohlenſäure		27,	
Bergöl			0,25
(Verluſt)	2,76	1,64	0,5

Die Pflanzen von dieſen drei Gebirgen verhalten ſich nach de Sauſſure folgendermaßen:

100 friſche Zweige mit Blättern verlieren durch Trocknen an der Luft	an Waſſer		geben an Kohle		geben an Aſche	
	a	b	a	b	a	b
Fichte	51,17	48,24	10,62	11,11	1,187	1,128
Lerchenbaum	58,07	57,13	10,16	10,39	0,961	0,926
Oleander	59,73	52,78	9,05	9,62	0,654	0,339
Heidelbeeren	50,11	47,50	11,69	12,32	1,096	1,048
Wachholder	55,19	49,45	10,63	11,46	1,081	1,082.

100 Aſche enthalten:	Heidelbeerſtrauch		Fichte		
	a	c	a	b	c
Kohlenſaures Kali	16,38	23,50	3,60	7,36	15
Schwefel- u. ſalzſaures Kali .			4,24	12,63	
Kohlenſauren Kalk	40,35	53,70	46,34	51,19	63
Kohlenſaure Bittererde . . .	5,85		6,77		
Alaunerde	17,54	14,25	14,86	11,95	16
Kieſelerde	13,45	1,75	13,49	6,87	
Eiſen- u. Manganoxyd . . .	6,43	6,80	10,52	10,00	3
	100,00	100,00	99,82	100,00	97

	Oleander			Wachholder	
	a	b	c	a	c
Kohlen-, ſchwefel- und ſalzſaures Kali . . .	10,82	12,25	17,76	15,25	14,0
Kohlenſauren Kalk . .	30,02	57,60	71,54	64,25	66,6
Kohlenſaure Bittererde .	5,00				
Alaunerde	28,80	13,31	5,93		
Kieſelerde	14,86	5,44		0,25	
Eiſen- und Manganoxyd .	8,40	11,00	4,86		
	97,90	99,60	100,09		

100 eingeäſcherter Humus, auf welchem dieſe Pflanzen wuchſen:

	Fichtenerde.		Oleandererde.	Wachholdererde.
	a	c	c	c
Kaliſalze		4,57	1,85	
Kohlenſauren Kalk . . .	1,16	23,20	16,35	
Kohlenſaure Bittererde .	0,37			
Alaunerde	14,00	37,10	43,70	
Kieſelerde	60,50	13,71	14,27	13,0
Eiſen- und Manganoxyd .	16,00	16,10	23,83	
	92,03	94,68	100,00	

Analyſen einiger Pflanzenaſchen
von de Sauſſure.

(Chemiſche Unterſuchungen über die Vegetation. Leipzig, Reclam 1805. S. 300 ff.)

Das von de Sauſſure in ſeinen Analyſen eingeſchlagene Verfahren beſteht in Folgendem:

A. Die Aſche wurde mit Waſſer behandelt und der darin lösliche Theil in der zweiten der folgenden Columne in Rechnung gebracht.

B. Der in der vorhergehenden Operation bleibende Rückſtand wurde in Salpeterſäure gelöſ't und zur Trockne abgedampft, das im Waſſer unauflöslich Zurückbleibende gab die Kieſelerde.

C. Durch Fällung der in B. erhaltenen Auflöſung mit Blutlaugenſalz wurden nach Abzug von dem durch letzteres hinzugekommenen Eiſen, Eiſen und Manganoxydul erhalten.

D. Durch weitere Fällung der Flüſſigkeit mit Ammoniak erhält man die phosphorſauren Erden (Kalk und Bittererde).

E. Durch Behandlung dieſes Niederſchlags mit kauſtiſchem Kali, Neutraliſiren mit einer Säure und Fällung mit Ammoniak gab ſich die den phosphorſauren Erden beigemiſchte Thonerde (phosphorſaure) zu erkennen.

F. Durch weitere Fällung der Flüſſigkeit D. mit kohlenſaurem Natron erhielt man beim anhaltenden Kochen die kohlenſauren Erdſalze.

G. Der Unterſchied der in dieſen verſchiedenen Operationen erhaltenen Beſtandtheile mit dem Geſammtgewicht der analyſirten Aſche, drückt den einige Procente betragenden Verluſt und die Menge der löslichen Salze mit alkaliſchen Baſen aus, welche durch die erſte Behandlung mit Waſſer nicht aufgelöſ't worden waren.

Nach dem zweiten Verfahren, welches de Sauſſure als das genauere bezeichnet, wurden vorzüglich diejenigen Aſchen analyſirt, welche phosphorſaure Alkalien enthielten.

Die Aſche wurde in Salpeterſäure gelöſ't, der Kalk und die Bittererde als phosphorſaure Salze geſchieden, ſodann

die Flüſſigkeit zur Trockne abgedampft und unter Zuſatz von Kohle geglüht.

a. Die rückſtändigen Salze wurden nun mit Eſſigſäure überſättigt, eingetrocknet und mit Alkohol behandelt, der phosphorſaures, ſchwefelſaures Kali und Chlorkalium zurückläßt.

b. Der Rückſtand wurde in Waſſer aufgenommen und mit eſſigſaurem Kalk vermiſcht; der erhaltene, getrocknete und geglühte Niederſchlag wurde mit Eſſigſäure behandelt (c.) und was nicht aufgelöſ't wurde, als reiner phosphorſaurer Kalk angeſehen, von welchem angenommen wurde, daß 100 Theile (phosphorſaurer Kalk) 129 phosphorſaurem Kali entſprechen [für $8CaO\ 3P_2O_5$ giebt dies $3\ (P_2O_5,\ 3KO)$].

c. Die Auflöſung a und c, ſowie die nach der Fällung mit eſſigſaurem Kalk rückbleibende Flüſſigkeit wurden abgedampft und geglüht, der Rückſtand wurde gewogen und das Chlor und die Schwefelſäure daraus beſtimmt, beide wurden als Chlorkalium und ſchwefelſaures Kali in Rechnung gebracht, nach Abzug dieſer beiden Salze und des aus dem phosphorſauren Kalk berechneten Kali's von dem Gewicht des ganzen Rückſtandes, erhielt man das neben dem phosphorſauren Kali frei vorhandene Kali.

Dieſe beiden Methoden können heutzutage auf Genauigkeit keinen Anſpruch mehr machen. Da aber alle Analyſen nach einerlei Methode angeſtellt ſind, ſo bleiben die Reſultate immer von Werth, inſofern ſie bis zu einem gewiſſen Grade vergleichbar mit einander ſind.

Analysen von Pflanzenaschen von de Saussure.

100 Theile Asche enthalten	Reife Früchte der Rosskastanien.	Samen der Vicia Faba.	Weizenstroh.	Weizenkörner.	Weizenkleie.	Maisstengel.	Maissamen.	Gerstenstroh.	Gerstenkörner.	Vicia Faba in der Blüthe.	Vicia Faba Stroh ohne Samen.
Kali	51,	22,45	12,5	15,	14,	59,	14,	16,	18,	57,25 kohlensaur.	31
Phosphorsaures Kali . .	28,	43,93	5,	32,	30,	9,7	47,5		9,2		
Chlorkalium	3,	0,9	3,	0,16	0,16	2,5	0,25	0,5	0,25	12,	14
Schwefelsaures Kali . .		2,	2,			1,25	0,25	3,5	1,5		2
Phosphorsaure Erden . .	12,	27,92	6,2	44,5	46,5	5,	36,	7,75	32,5	18,	6
Kohlensaure Erden . . .			1,			1,		12,5		5,	37,5
Kieselerde	0,5		61,5	0,5	0,5	18,	1,	57,	35,5	2,	2,75
Metalloxyde	0,25	0,5	1,	0,25	0,25	0,5	0,12	0,5	0,25	0,5	0,57
Verlust	5,25	2,3	7,8	7,59	8,59	3,05	0,88	2,25	2,8	8,25	6,

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser lösliche Salze ab.
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Metalloxyde (Eisen, Mangan.)	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Eichbaum, Blätter vom 10. Mai	53,	72,24	24,	0,64	0,12	3,	47,
» » » 27. Sept.	55,	42,5	18,25	1,75	23,	14,5	17,
» geschälte Aeste . . .	4,	58,58	28,5	1,	12,25	0,12	26,
» Rinde derselben . .	60,	29,75	4,5	1,75	63,25	0,25	7,
» Holz derselben . . .	2,	59,25	4,5	2,25	32,	2,	38,6
» Splint dieses Holzes .	4,	55,3	24,	2,	11,	7,5	32,
» Rinde dieses Holzes .	60,	28,5	3,	2,	66,	1,5	7,
» Bast dieser Rinde . .	73,	29,75	3,75	1,	65,	0,5	7,
» Extract des Holzes .	61,	51,					
Eichenholz, Dammerde	41,	32,5	10,5	14,	10,	32,	
Wässeriger Extract dieser Dammerde	111,	66,					
Blätter des Pappelbaums, Populus nigra vom 26. Mai	66,	51,5	13,	125,	29,	5,	36,

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser lösliche Salze ab.
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Metalloxyde (Eisen, Mangan).	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Blätter des Pappelbaums, Populus nigra, vom 12. Sept. . . .	93,	44,	7,	1,5	36,	11,5	26,
Stamm des Pappelbaums . .	8,	50,5	16,75	1,5	27,	3,3	26,
Rinde desselben Holzes . . .	72,	29,2	5,3	1,5	60,	4,	6,
Blätter des Haselnußstrauchs, Coryllus Avellana vom 1. Mai .	61,	50,7	23,3	1,5	22,	2,5	26,
Haselnußblätter vom 22. Juni .	62,	30,	19,5	2,	44,1	4,	22,7
» » 20. Sept.	70,	44,	14,	1,5	29,	11,3	11,
Geschälte Zweige » » »	5,	28,	12,	2,	36,	22,	24,5
Rinde derselben	62,	56,7	35,	0,12	8,	0,25	12,5

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser ab Theile
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Phosphorsaurer Metalloxyde.	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Holz der Morus nigra	7,	41,38	2,25	0,25	56,	0,12	21,
Splint desselben Baumes . . .	13,	47,5	27,25	0,25	24,	1,	26,
Rinde desselben Baumes . . .	89,	30,13	8,5	1,12	45,	15,25	7,
Bast der nämlichen Rinde . . .	88,	34,38	16,5	1,	48,	0,12	10,
Holz der Weißbuche, Carpinus betulus	6,	48,63	23,	2,25	26,	0,12	22,
Splint dito	7,	47,	36,	1,	15,	1,	18,
Rinde dito	134,	34,88	4,5	0,12	59,	1,5	4,5
Roßkastanien	35,	9,5					
Blätter dito 10. Mai	72,	50,	nur die im Wasser löslichen Salze bestimmt.				
23. dito vom 23. Juli	84,	24,					
dito vom 27. September . . .	86,	13,5					

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser ab Theile.
		Alkalien und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Phosphorsaure Metalloxyde.	Kohlensaure Erden.	Kieselerde.	
Kastanienblüthen	71,	50,					
Sonnenblumen vor der Blüthe, vom 25. Juni	147,	79,67	6,7	0,12	11,56	1,5	63,
dito vom 23 Juli	137,	79,78	6,	0,12	12,	1,5	61,
dito mit Samen	69,25	22,5	0,5	4,	3,75		51,5
Fichtenblätter vom Jura, vom 20. Juni	29,	40,13	12,27	1,6	43,5	2,5	16,
dito von Kieselboden	29,	34,5	12,	5,5	29,	19	15,
Heidelbeere (Kalkboden), vom 20. August	26,	36,38	18,	3,12	42,	0,5	17,
Heidelbeere (Kieselboden) . . .	22,	41,5	22,	9,5	22,	5,	24,

Zweiter Theil.

Der

chemiſche Proceß der Gährung, Fäulniß und Verweſung.

Digitized by Google

Chemiſche Metamorphoſen.

Die organiſchen Verbindungen, Holzfaſer, Zucker, Gummi und alle übrigen erleiden bei Berührung mit anderen Körpern gewiſſe Aenderungen in ihren Eigenſchaften, ſie erleiden eine Zerſetzung.

Dieſe Zerſetzungsweiſen nehmen in der organiſchen Chemie zweierlei Formen an.

Denken wir uns eine aus zwei zuſammengeſetzten Körpern beſtehende Verbindung, die kryſtalliſirte Oxalſäure z. B., die wir mit concentrirter Schwefelſäure in Berührung bringen, ſo erfolgt bei der gelindeſten Erwärmung eine vollkommene Zerſetzung. Die kryſtalliſirte Oxalſäure iſt eine Verbindung von Waſſer mit Oxalſäure, die concentrirte Schwefelſäure beſitzt zu dem Waſſer eine bei weitem größere Anziehung als die Oxalſäure, ſie entzieht der kryſtalliſirten alles Waſſer. In Folge dieſer Waſſerentziehung wird waſſerfreie Oxalſäure abgeſchieden, aber dieſe Säure kann für ſich, ohne mit einem andern Körper verbunden zu ſein, nicht beſtehen; ihre Beſtandtheile theilen ſich in Kohlenſäure und Kohlenoxyd, die ſich zu gleichen Raumtheilen gasförmig entwickeln.

In dieſem Beiſpiel iſt Zerſetzung in Folge des Austretens zweier Beſtandtheile (der Elemente des Waſſers) vor ſich gegangen, die ſich mit der Schwefelſäure vereinigt ha-

ben. Die größere, die überwiegende Verwandtſchaft des einwirkenden Körpers (der Schwefelſäure) zu dieſem Waſſer war in dieſem Fall die Urſache der Zerſetzung.

In Folge des Austretens der Beſtandtheile des Waſſers treten die übrigen Elemente in einer neuen Form zuſammen, wir hatten Oxalſäure und bekommen alle Elemente derſelben, als Kohlenſäure und Kohlenoxyd wieder.

Dieſe Zerſetzungsweiſe, wo alſo die Veränderung durch einen Körper bewirkt wird, der ſich mit einem oder mehreren Beſtandtheilen eines zuſammengeſetzten Körpers verbindet, iſt vollkommen ähnlich den Zerſetzungen anorganiſcher Verbindungen.

Denken wir uns ſalpeterſaures Kali, was wir mit Schwefelſäure zuſammenbringen, ſo wird Salpeterſäure ausgeſchieden, in Folge der Verwandtſchaft der Schwefelſäure zum Kali, in Folge alſo der Bildung einer neuen Verbindung (des ſchwefelſauren Kali's).

Eine zweite Form nimmt dieſe Zerſetzungsweiſe an, wenn durch die chemiſche Verwandtſchaft des einwirkenden Körpers aus den Beſtandtheilen des Körpers, welcher zerſetzt wird, neue Verbindungen gebildet werden, von denen ſich beide, oder nur der eine, mit dem einwirkenden Körper vereinigen.

Nehmen wir z. B. trocknes Holz und befeuchten es mit Schwefelſäure, ſo erfolgt nach kurzer Zeit unter Wärmeentwickelung eine wahre Verkohlung, wir finden die Schwefelſäure unverändert, aber mit mehr Waſſer verbunden wieder, als ſie vorher enthielt. Dieſes Waſſer war in dem Holze nur ſeinen Elementen nach (als Waſſerſtoff und Sauerſtoff) zugegen, beide ſind durch die chemiſche Anziehung der Schwefelſäure gewiſſermaßen gezwungen worden,

ſich zu Waſſer zu vereinigen, in Folge deſſen iſt der Kohlenſtoff des Holzes als Kohle abgeſchieden worden.

Blauſäure und Waſſer in Berührung mit Salzſäure zerlegen ſich beide.

Aus dem Stickſtoff der Blauſäure und dem Waſſerſtoff einer gewiſſen Quantität Waſſer entſteht Ammoniak, aus dem Kohlenſtoff und Waſſerſtoff der Blauſäure und dem Sauerſtoff des Waſſers entſteht Ameiſenſäure.

Das Ammoniak verbindet ſich mit der Salzſäure.

Die Berührung der Salzſäure mit Waſſer und Blauſäure veranlaßte eine Störung in der Anziehung der Elemente von beiden, in Folge welcher ſie ſich zu zwei neuen Verbindungen ordneten, von denen die eine, das Ammoniak, die Fähigkeit beſaß, eine Verbindung mit dem ſtörenden Körper einzugehen.

Auch für dieſe Zerſetzungsweiſen, welche nicht minder häufig ſind, bietet die anorganiſche Chemie Analoga dar, allein der organiſchen Chemie gehören noch ganz andere Zerſetzungsweiſen an, die ſich von den eben angeführten darin unterſcheiden, daß der einwirkende Körper keine Verbindung eingeht mit einem Beſtandtheil der Materie, welche die Zerſetzung oder Veränderung erfährt.

Es erfolgt in dieſen Fällen eine Störung der Anziehungen unter den Elementen der Verbindung in der Art, daß ſie ſich zu einer oder mehreren neuen Verbindungen ordnen, welche unter gegebenen Bedingungen keiner weitern Veränderung mehr unterliegen.

Wenn die organiſche Verbindung durch chemiſche Verwandtſchaft eines zweiten Körpers, oder durch den Einfluß der Wärme, oder durch irgend andere Urſachen ſich zerſetzt, und zwar ſo, daß ſich aus ihren Elementen zwei oder meh-

rere neue Verbindungen bilden, ſo heißt die Zerſetzung eine chemiſche Metamorphoſe.

Die Bezeichnung einer chemiſchen Metamorphoſe ſchließt den beſtimmten Begriff in ſich ein, daß in der Zerſetzung einer organiſchen Verbindung keines ihrer Elemente einzeln in Freiheit geſetzt wird. Die Veränderungen, welche in der organiſchen Natur mit Gährung, Fäulniß und Verweſung bezeichnet werden, ſind chemiſche Metamorphoſen, welche bewirkt werden durch eine bis jetzt unbeachtet gebliebene Urſache, deren Exiſtenz in dem Folgenden dargelegt werden ſoll.

Die Urſache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verweſung bewirkt werden.

Man iſt erſt in der letzten Zeit darauf aufmerkſam geworden, daß ein Körper, der ſich im Zuſtande der Verbindung oder der Zerſetzung befindet, auf das Verhalten eines andern ihn berührenden Körpers nicht ohne Einfluß iſt. Platin z. B. zerlegt nicht die Salpeterſäure; ſelbſt in dem Zuſtande der außerordentlichen Zertheilung, wo ſeine kleinſten Theile nicht mehr das Licht zurückwerfen, als Platinſchwarz, wird es, mit dieſer Säure gekocht, nicht oxydirt. Eine Legirung von Platin mit Silber löſ't ſich hingegen leicht in Salpeterſäure. Die Oxydation, welche das Silber erfährt, überträgt ſich mithin dem Platin, es erhält

in Berührung damit die Fähigkeit, die Salpeterſäure zu zerſetzen.

Kupfer zerlegt das Waſſer nicht beim Sieden mit verdünnter Schwefelſäure, eine Legirung von Kupfer, Zink und Nickel löſ't ſich leicht unter Waſſerſtoffgasentwickelung in waſſerhaltiger Schwefelſäure.

Zinn zerlegt die Salpeterſäure mit außerordentlicher Leichtigkeit, das Waſſer hingegen nur ſchwierig; bei der Auflöſung von Zinn in verdünnter Salpeterſäure geht mit der Zerſetzung der Salpeterſäure eine lebhafte Waſſerzerſetzung vor ſich, neben einem Oxyde des Zinns bildet ſich Ammoniak.

In den angeführten Beiſpielen läßt ſich die Verbindung oder Zerſetzung nur bei dem letztern durch chemiſche Verwandtſchaft erklären; allein bei den anderen ſollte gerade durch elektriſche Action die Oxydationsfähigkeit des Platins oder Kupfers bei Berührung mit Silber oder Zink verhindert oder aufgehoben werden, die Erfahrung zeigt aber, daß hierbei der Einfluß von entgegengeſetzt elektriſchen Zuſtänden bei weitem von der chemiſchen Action überwogen wird.

In einer minder zweifelhaften Form tritt die Erſcheinung bei Materien ein, in welchen die Elemente nur mit einer ſchwachen Kraft zuſammengehalten ſind. Man weiß, daß es chemiſche Verbindungen ſo ſchwacher Art giebt, daß Aenderungen der Temperatur, des Elektricitätszuſtandes, die bloße mechaniſche Reibung, oder die Berührung mit anſcheinend durchaus indifferenten Körpern, eine Störung der Anziehung zwiſchen den Beſtandtheilen dieſer Körper in der Art bewirken, daß ſie ſich zerlegen, daß dieſe Beſtandtheile nämlich ſich zu neuen Verbindungen ordnen, ohne eine Verbindung mit den einwirkenden Körpern einzugehen. Dieſe

Körper ſtehen an der Grenze der chemiſchen Verbindungen, auf ihr Beſtehen üben Urſachen einen aufhebenden Einfluß, welche auf Verbindungen von ſtärkerer Verwandtſchaft durchaus wirkungslos ſind. Durch eine geringe Erhöhung der Temperatur trennen ſich die Elemente dreier Oxydationsſtufen des Chlors mit der heftigſten Licht- und Wärmeentwickelung, Chlorſtickſtoff explodirt in Berührung mit einer Menge von Körpern, die ſich bei gewöhnlicher Temperatur weder mit Chlor noch mit Stickſtoff verbinden, und die Berührung irgend einer feſten Subſtanz reicht bei dem Jodſtickſtoff und dem Silberoxyd-Ammoniak hin, um ein Zerfallen mit Exploſion zu Wege zu bringen.

Niemand hat je daran gedacht, die Urſache der Zerlegung dieſer Körper einer beſondern von der chemiſchen Verwandtſchaft verſchiedenen Kraft zuzuſchreiben, welche thätig wird, z. B. durch Berührung mit dem Barte einer Feder, und die in Folge ihres Auftretens die Zerſetzung bedingt; man betrachtete von jeher dieſe Körper als chemiſche Verbindungen der ſchwächſten Art, in denen alſo die Beſtandtheile in einem Zuſtande der Spannung ſich befinden, die in jeder, auch der geringſten, Störung die chemiſche Verwandtſchaft überwiegt. Dieſe Verbindungen beſtehen nur durch die Trägheit (vis inertiae), ein jedes in Bewegung-ſetzen, die Reibung, ein Stoß reichen hin, um das ſtatiſche Moment der Anziehung der Beſtandtheile, d. h. das Beſtehen in einer beſtimmten Form, aufzuheben.

Das Waſſerſtoffhyperoxyd gehört zu dieſer Klaſſe von Körpern; es zerlegt ſich mit allen Subſtanzen, die ihm den Sauerſtoff entziehen, es zerlegt ſich ſelbſt augenblicklich durch Berührung mit vielen Körpern, wie mit Platin und metalliſchem Silber, welche keine Verbindung hierbei eingehen,

und in dieſer Beziehung wird ſeine Zerſetzung offenbar durch die nämliche Urſache bedingt, welche das Zerfallen des Jodſtickſtoffs und Knallſilbers veranlaßt. Bei dem Waſſerſtoffhyperoxyde hat man, merkwürdiger Weiſe, die Urſache der plötzlichen Trennung ſeiner Beſtandtheile als eine von den gewöhnlichen Urſachen verſchiedene angeſehen, und ſie einer neuen Kraft zugeſchrieben, der man den Namen katalytiſche Kraft gegeben hat; man hat aber dabei nicht erwogen, daß die Wirkung des Platins und Silbers nur eine beſchleunigende iſt, denn auch ohne Berührung mit dieſen Metallen zerlegt es ſich unabwendbar von ſelbſt, obwohl erſt in längerer Zeit, beim bloßen Aufbewahren. Die plötzliche Trennung der Beſtandtheile des Waſſerſtoffhyperoxyds unterſcheidet ſich von der des gasförmigen Chloroxyds oder des feſten Jodſtickſtoffs nur inſofern, als ſeine Zerſetzung in einer Flüſſigkeit vor ſich geht.

Die merkwürdigſte Erſcheinung in dem Verhalten des Waſſerſtoffhyperoxyds, und gerade diejenige, welche vor allem Andern die Aufmerkſamkeit feſſelt, inſofern ſie aus der Reihe der bekannten heraustritt, iſt die Reduction, welche gewiſſe Oxyde bei Berührung mit Waſſerſtoffhyperoxyd erleiden, in dem Augenblicke, wo ſich ſein Sauerſtoff von dem Waſſer trennt; hierher gehören Silberoxyd, Bleihyperoxyd und andere, in denen aller oder ein Theil des Sauerſtoffs nur mit einer ſchwachen Kraft gebunden iſt.

Während andere Oxyde, in denen die Beſtandtheile durch eine mächtige Verwandtſchaft zuſammengehalten werden, durch Berührung mit dem Waſſerſtoffhyperoxyd ſeine Zerlegung bewirken, ohne die geringſte Aenderung zu erleiden, trennt ſich bei Anwendung von Silberoxyd, mit dem ſich entwickelnden Sauerſtoff des Waſſerſtoffhyperoxyds aller

Sauerſtoff des Silberoxyds und es bleibt metalliſches Silber; von dem Bleihyperoxid trennt ſich, unter denſelben Umſtänden, die Hälfte Sauerſtoff und entweicht als Gas. Man iſt ſelbſt im Stande, auf dieſem Wege eine Zerlegung des Manganhyperoxyds in Sauerſtoffgas und Oxydul zu bewerkſtelligen, wenn man gleichzeitig eine chemiſche Verwandtſchaft auf das Manganoxydul in Thätigkeit treten läßt, eine Säure z. B., welche mit dem Oxydul ein lösliches Salz bildet. Verſetzt man Waſſerſtoffhyperoxyd mit Salzſäure und bringt ſodann gepulvertes Manganhyperoxyd hinzu, ſo erhält man bei weitem mehr Sauerſtoffgas, als das erſtere für ſich zu liefern im Stande iſt, man findet aber in der rückſtändigen Flüſſigkeit ein Manganoxydulſalz, entſtanden aus Manganhyperoxyd, deſſen Hälfte Sauerſtoff ſich als Gas entwickelt hat.

Eine ganz ähnliche Erſcheinung bietet das kohlenſaure Silberoxyd dar, wenn es mit manchen organiſchen Säuren zuſammengebracht wird. Pyro-Traubenſäure z. B. verbindet ſich leicht mit reinem Silberoxyd zu einem weißen im Waſſer ſchwer löslichen Salze; mit kohlenſaurem Silberoxyd zuſammengebracht, trennt ſich mit der entweichenden Kohlenſäure der Sauerſtoff von einem Theile des Silberoxyds und es bleibt reguliniſches Silber als ſchwarzes Pulver zurück (Berzelius).

Man kann den angeführten Erſcheinungen keine andere Erklärung unterlegen, als daß hierbei Zerſetzung oder Verbindung in Folge der Berührung mit einem andern Körper herbeigeführt wird, der ſich ſelbſt im Zuſtande der Zerſetzung oder Verbindung befindet. Es iſt klar, daß die Action, in der ſich die Atome des einen Körpers befinden, auf die Atome des danebenliegenden zweiten Körpers von Einfluß

iſt; ſind dieſe Atome fähig, die nämliche Veränderung zu erfahren, ſo erleiden ſie dieſe Veränderung; ſie gehen Verbindungen oder Zerſetzungen ein; allein wenn ſie dieſe Fähigkeit für ſich nicht beſitzen, ſo hört ihre weitere Veränderung von dem Augenblicke an auf, wo ſich die Atome des erſtern Körpers in Ruhe befinden, wo mithin die Veränderung oder die Metamorphoſe dieſes Körpers vollendet iſt.

Der eine Körper übt auf den andern eine ähnliche Wirkung aus, wie wenn ein brennender Körper mit einem verbrennlichen zuſammengebracht wird, nur mit dem Unterſchiede, daß die Urſache der Mittheilung des Zuſtandes und der Fortdauer dieſes Zuſtandes eine andere iſt. Bei dem verbrennlichen Körper iſt dieſe Urſache die Temperatur, welche ſich in jedem Zeitmomente wieder neu erzeugt; in den Zerſetzungs- und Verbindungserſcheinungen, die wir betrachten, iſt dieſe Urſache ein in chemiſcher Action begriffener Körper, und nur ſo lange thätig, als dieſe Action dauert.

Wir kennen aus zahlloſen Erfahrungen, welchen Einfluß das bloße in Bewegungſetzen auf die Aeußerung der chemiſchen Kräfte ausübt; in einer Menge von Salzlöſungen äußert ſich z. B. die Cohäſionskraft nicht, wenn ſie in der Wärme geſättigt, bei völliger Ruhe erkaltet; das aufgelöſ'te Salz ſcheidet ſich nicht kryſtalliniſch aus, aber ein Sandkorn in die Flüſſigkeit geworfen, ſowie die kleinſte Erſchütterung, reicht hin, um die ganze Auflöſung plötzlich und unter Wärmeentwickelung zum Erſtarren zu bringen; wir ſehen die nämliche Erſcheinung bei Waſſer, was weit unter 0° bei völliger Ruhe erkaltet werden kann, ohne zu gefrieren, was aber in dem Momente feſt wird, wo ſeine Theile in Bewegung geſetzt werden.

Um in einer beſtimmten Weiſe ſich anzuziehen und zu

ordnen, muß die Trägheit zuerſt überwunden werden, die Atome müſſen in Bewegung geſetzt werden.

Eine verdünnte Auflöſung eines Kaliſalzes mit Weinſäure gemiſcht, giebt in der Ruhe keinen Niederſchlag; ſetzt man die Flüſſigkeit durch heftiges Umſchütteln in Bewegung, ſo trübt ſie ſich augenblicklich und ſetzt Kryſtalle von Weinſtein ab.

Eine Auflöſung von einem Bittererdeſalz, welche durch phosphorſaures Ammoniak nicht getrübt wird, ſetzt augenblicklich phosphorſaures Bittererde-Ammoniak an den Gefäßwänden ab, an den Stellen, wo ſie mit einem Glasſtabe in der Flüſſigkeit gerieben werden.

Die Bewegung, mithin die Ueberwindung der Trägheit, des Beharrungsvermögens, verurſacht in den ſo eben angeführten Bildungs- und Zerſetzungsproceſſen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, d. h. die Entſtehung einer Verbindung, die vorher nicht vorhanden war.

Wie ſich von ſelbſt verſteht, müſſen dieſe Atome die Fähigkeit beſitzen, ſich auf dieſe beſtimmte Weiſe zu ordnen, denn ſonſt würde Reibung und Bewegung ohne den geringſten Einfluß darauf ſein.

Das bloße Beharren in der Lage, wo ſich die Atome eines Körpers befinden, macht, daß uns viele Körper in anderen Zuſtänden mit anderen Eigenſchaften begabt erſcheinen, als ſie nach ihren natürlichen Anziehungen beſitzen. Geſchmolzener und raſch erkalteter Zucker und Glas ſind durchſichtig, von muſchlichem Bruch, beide bis zu einem gewiſſen Grade elaſtiſch und biegſam; der erſtere wird beim Aufbewahren matt und undurchſichtig und zeigt alsdann im Bruche regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem kryſtalli-

ſirten Zucker angehören; das Glas nimmt dieſen Zuſtand an und wird weiß und undurchſcheinend, hart, ſo daß es am Stahle Funken giebt, wenn es lange Zeit hindurch bei einer hohen Temperatur im weichen Zuſtande erhalten wird.

Offenbar beſaßen die Atome der beiden Körper in dieſen verſchiedenen Zuſtänden verſchiedene Lagen, in dem erſtern war ihre Anziehung nicht in den Richtungen thätig, in denen ihre Cohäſionskraft am ſtärkſten war. Wir wiſſen, daß der geſchmolzene Schwefel beim raſchen Abkühlen in kaltem Waſſer weich, durchſichtig und elaſtiſch bleibt und ſich in lange Fäden ziehen läßt, und daß er erſt nach Stunden oder Tagen wieder hart und kryſtalliniſch wird.

Das Bemerkenswertheſte iſt hierbei unſtreitig, daß der amorphe Zucker und Schwefel, ohne Mitwirken einer äußern Urſache, in den kryſtalliniſchen Zuſtand wieder zurückkehrt, denn dies ſetzt voraus, daß ihre Atome eine andere Lage angenommen haben, daß ſie mithin ſelbſt im feſten Zuſtande bis zu einem gewiſſen Grade Beweglichkeit beſitzen. Die raſcheſte Umſetzung oder Formänderung dieſer Art kennt man vom Arragonit; identiſch in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung mit dem Kalkſpath, beweiſ't ſeine verſchiedene Kryſtallform und Härte, daß ſeine Atome auf eine andere Weiſe geordnet ſind, als beim Kalkſpath; beim Erwärmen eines Arragonitkryſtalls, bei dem Inbewegungſetzen ſeiner Atome durch die Ausdehnung heben wir ihr Beharrungsvermögen auf, und mit großer Kraft zerſpringt in Folge deſſen der Arragonitkryſtall zu einem Haufwerk von Kryſtallen von Kalkſpath.

Es iſt unmöglich, ſich über die Urſache dieſer Veränderungen zu täuſchen, ſie iſt eine Aufhebung des Zuſtandes der Ruhe, in Folge welcher die in Bewegung geſetzten

Theilchen eines Körpers entweder anderen, oder ihren eigenen natürlichen Anziehungen folgen.

Wenn aber, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die mechaniſche Bewegung ſchon hinreicht, um bei vielen Körpern eine Form- und Zuſtandsänderung zu bewirken, ſo kann es um ſo weniger zweifelhaft erſcheinen, daß ein im Zuſtand der Verbindung oder Zerſetzung begriffener Körper fähig iſt, gewiſſen anderen Körpern den nämlichen Zuſtand der Bewegung oder Thätigkeit zu ertheilen, in welchem ſich ſeine Atome befinden, durch ſeine Berührung alſo mit anderen Körpern dieſe zu befähigen, Verbindungen einzugehen oder Zerſetzungen zu erleiden.

Dieſer Einfluß iſt durch die angeführten Thatſachen aus dem Verhalten anorganiſcher Körper hinreichend belegt worden, er zeigt ſich bei den organiſchen Materien bei weitem häufiger und nimmt die Form an von den umfaſſendſten und bewundernswürdigſten Naturerſcheinungen.

Mit Gährung, Fäulniß und Verweſung bezeichnet man im Allgemeinen die Form- und Eigenſchaftsänderungen, welche die compleren organiſchen Materien erleiden, wenn ſie von den Organismen getrennt, bei Gegenwart von Waſſer und einer gewiſſen Temperatur ſich ſelbſt überlaſſen werden. Gährung und Fäulniß ſind Zerſetzungsproceſſe von der eigenthümlichen Art, die wir mit chemiſchen Metamorphoſen bezeichnet haben; die Elemente der Körper, welche in Gährung oder Fäulniß überzugehen fähig ſind, ordnen ſich zu neuen Verbindungen, und in dieſer Ordnungsweiſe nehmen meiſtens die Beſtandtheile des Waſſers einen beſtimmten Antheil.

Die Verweſung iſt verſchieden von der Gährung und Fäulniß, inſofern ſie ohne Zutritt der Luft nicht ſtatt-

findet, deren Sauerſtoff hierbei von dem Körper aufgenommen wird, es iſt eine langſame Verbrennung, bei welcher unter allen Umſtänden Wärme und zuweilen auch Licht entwickelt wird; bei den Zerſetzungsproceſſen, die man Fäulniß und Gährung nennt, entwickeln ſich ſehr häufig luftförmige Producte, die entweder geruchlos ſind oder einen unangenehmen Geruch verbreiten.

Man iſt gewiſſermaßen übereingekommen, mit dem Ausdruck Gährung die Metamorphoſe derjenigen Materien zu bezeichnen, welche geruchloſe gasförmige Producte entwickeln, während die Bezeichnung Fäulniß gewöhnlich für diejenigen von ſelbſt erfolgenden Zerſetzungen gebraucht wird, in denen übelriechende Gasarten gebildet werden. Der Geruch kann aber, wie ſich von ſelbſt verſteht, keineswegs über die Natur der Zerſetzung als entſcheidender Charakter gelten, beide, Gährung und Fäulniß, ſind einerlei Zerſetzungsproceſſe, die erſtere von ſtickſtofffreien, die andere von ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen.

Man iſt ferner gewöhnt, eine gewiſſe Klaſſe von Metamorphoſen von der Gährung und Fäulniß zu trennen, und zwar diejenige, wo Veränderungen und Umſetzungen erfolgen, ohne Entwickelung von gasförmigen Producten. Allein die phyſikaliſchen Zuſtände, in denen die neuen Verbindungen ſich darſtellen, ſind, wie man weiß, rein zufällig, und deshalb nicht der entfernteſte Grund vorhanden, Zerſetzungen dieſer Art, wie man gethan hat, einer beſondern Urſache zuzuſchreiben.

Gährung und Fäulniß.

Manche Materien gehen dem Anſchein nach von ſelbſt in Gährung und Fäulniß über, und dies ſind namentlich diejenigen, welche Stickſtoff oder ſtickſtoffhaltige Subſtanzen beigemengt enthalten, und das Merkwürdigſte hierbei iſt, daß außerordentlich kleine Quantitäten derjenigen Subſtanzen, die in den Zuſtand der Gährung und Fäulniß übergegangen ſind, die Fähigkeit beſitzen, in unbegrenzten Mengen der nemlichen Materien denſelben Act der Zerſetzung hervorzurufen.

Eine kleine Quantität gährender Traubenſaft zu nicht gährendem zugeſetzt, bringt die ganze Quantität in Gährung.

Die kleinſte Quantität im Zuſtande der Gährung begriffener Milch, Mehlteig, Rübenſaft, faulenden Fleiſches, Blut ꝛc. mit friſcher Milch, Rübenſaft, Mehlteig, Fleiſch oder Blut in Berührung gebracht, macht, daß dieſe Materien in den nämlichen Zerſetzungsproceß übergehen.

Dieſe Erſcheinungen treten, wie man leicht bemerkt, aus der Klaſſe der gewöhnlichen Zerſetzungen, die durch chemiſche Verwandtſchaften bewirkt werden, heraus; ihre Elemente ordnen ſich in Folge einer Störung nach ihren Verwandtſchaften; es ſind Aeußerungen chemiſcher Thätigkeiten, Umwandlungen oder Zerſetzungen, die vor ſich gehen in Folge der Berührung mit Körpern, die ſich in dem nämlichen Zuſtande befinden.

Um ſich ein klares Bild über dieſe Vorgänge zu ver-

ſchaffen, muß man analoge aber minder verwickelte Erſcheinungen in's Auge faſſen.

Die Zuſammengeſetztheit der organiſchen Atome und ihr Verhalten gegen andere Materien im Allgemeinen führt von ſelbſt auf die wahre Urſache, durch welche dieſe Metamorphoſen herbeigeführt werden.

Aus dem Verhalten der einfachen Körper weiß man, daß bei Bildung von Verbindungen die Kraft, mit welcher die Beſtandtheile zuſammenhängen, in demſelben Verhältniß ſchwächer wird, in welchem die Anzahl der Atome in dem zuſammengeſetzten Atome zunimmt.

Manganoxydul geht durch Aufnahme von Sauerſtoff in Oxyd, in Hyperoxyd, in Mangan- und Uebermanganſäure über, wodurch die Anzahl der Sauerſtoffatome in dem erſteren um die Hälfte vermehrt, oder verdoppelt, verfünffacht wird, aber alle Sauerſtoffmengen über die hinaus, welche in dem Oxydul enthalten iſt, ſind bei weitem ſchwächer gebunden, die bloße Glühhitze treibt Sauerſtoff aus dem Hyperoxyde aus, und die Manganſäuren können von den Baſen nicht getrennt werden, ohne augenblicklich eine Zerſetzung zu erfahren.

Die umfaſſendſten Erfahrungen beweiſen, daß die am einfachſten zuſammengeſetzten anorganiſchen Verbindungen die beſtändigſten, die den Veränderungen am meiſten widerſtehenden ſind, und daß mit ihrer Zuſammengeſetztheit ihre Veränderlichkeit, ihre leichte Zerſetzbarkeit zunimmt, offenbar nur deshalb, weil mit der Anzahl der Atome, welche in Verbindung treten, die Richtungen ſich vervielfältigen, in denen ihre Anziehung thätig iſt.

Welche Art von Vorſtellung man auch über die Natur der Materie haben mag, die Exiſtenz der chemiſchen Pro-

portionen weis't jeden Zweifel über das Vorhandensein von gewissen begrenzten Gruppen oder Massen von Materie zurück, über deren weitere Spaltung oder Theilung wir keine Erfahrungen besitzen. Diese in der Chemie Aequivalente benannten Massen sind nicht unendlich klein; denn sie wiegen; indem sie, je nach ihren Anziehungen, sich auf die mannichfaltigste Weise ordnen, gehen aus dieser Verbindung die zahllosen zusammengesetzten Atome hervor, deren Eigenschaften in der organischen Natur nach der Form, ja man kann bei vielen sagen, nach der Richtung, nach dem Platze wechseln, den sie in dem zusammengesetzten Atome einnehmen.

Vergleicht man nun die Zusammensetzung der organischen mit den anorganischen Verbindungen, so wird man wahrhaft überrascht durch die Existenz von Verbindungen, in denen sich 90 und mehrere hundert einzelne Atome oder Aequivalente vereinigt finden zu einem einzigen zusammengesetzten Atom. Das Atom einer organischen Säure von einfacher Zusammensetzung, die Essigsäure z. B., enthält 12 Aequivalente, 1 Atom Chinasäure enthält 33, 1 Atom Zucker 36, Amygdalin enthält 90, und 1 Atom Talgsäure 138 Aequivalente an Elementen, und die Bestandtheile der thierischen Körper übertreffen die genannten bei weitem noch an Zusammengesetztheit.

In eben dem Grade, als die anorganischen Verbindungen die organischen an Einfachheit in ihrer Zusammensetzung übertreffen, weichen sie von diesen durch ihr Verhalten ab. Während z. B. ein zusammengesetztes Atom, das schwefelsaure Kali, mit einer Menge von Materien in Berührung, nicht die geringste Veränderung in seinen Eigenschaften erleidet, während bei seiner Zerlegung mit anderen Subsan-

zen die Cohäſionskraft, die Fähigkeit von einem ſeiner Beſtandtheile, mit dem berührenden Körper eine unlösliche feſte, oder bei gewiſſer Temperatur flüchtige Verbindung zu bilden, während alſo andere Urſachen mitwirken, um ſeine Zerlegung zu bewerkſtelligen, finden wir bei compleren organiſchen Atomen nichts Aehnliches.

Betrachten wir die Formel des ſchwefelſauren Kali's: SKO_4, ſo haben wir darin nur 1 Aeq. Schwefel und 1 Aeq. Kalium, wir können im höchſten Fall den Sauerſtoff uns ungleich in der Verbindung vertheilt denken und bei einer Zerſetzung einen Theil oder allen Sauerſtoff der Verbindung entziehen, oder einen der Beſtandtheile erſetzen, eine verſchiedene Lagerung der Atome können wir aber nicht hervorbringen, eben weil es die einfachſte Form iſt, in welcher die gegebenen Elemente zu den Verbindungen zuſammenzutreten die Fähigkeit beſitzen.

Vergleichen wir damit die Zuſammenſetzung des Traubenzuckers, ſo haben wir darin auf 12 Aeq. Kohlenſtoff, 12 Aeq. Waſſerſtoff und 12 Aeq. Sauerſtoff; wir haben darin eine Anzahl von Atomen, von denen wir wiſſen, daß ſie die mannichfaltigſten Verbindungen mit einander einzugehen vermögen; die Formel des Zuckers kann ausdrücken ein Hydrat des Kohlenſtoffs, oder ein Hydrat des Holzes, oder der Stärke, oder des Milchzuckers, oder eine Verbindung von Aether mit Alkohol, oder von Ameiſenſäure mit Sachulmin; wir können, mit einem Worte, wenn wir die Elemente von Waſſer hinzutreten laſſen, oder einzelne Elemente in dem Zucker erſetzen, die meiſten bekannten ſtickſtofffreien organiſchen Stoffe durch Rechnung daraus entwickeln; die Elemente dazu ſind alſo in der Zuſammenſetzung des Zuckers enthalten, und man kann hinzufügen, die Fähigkeit, zahl-

lose Verbindungen mit einander zu bilden, ist in der Anziehung, welche diese Elemente zu einander gegenseitig haben, ebenfalls vorhanden.

Untersuchen wir nun, wie sich der Zucker bei Berührung mit Materien verhält, die eine bemerkbare Wirkung auf ihn haben, so finden wir, daß die Veränderungen, die er erfährt, nicht in die engen Grenzen eingeschlossen sind, die wir bei den anorganischen Verbindungen bemerken; diese Veränderungen haben in der That keine Grenzen.

Die Elemente des Zuckers folgen jeder Anziehung, und zwar einer jeden auf eine eigenthümliche Weise. Während bei den anorganischen Verbindungen eine Säure durch den Grad ihrer Verwandtschaft zu einem der Bestandtheile der Verbindung, die davon zersetzt wird, wirkt und ihren chemischen Charakter nie aufgiebt, in welcher Form sie auch angewendet werden mag, zerstört und verändert sie den Zucker, nicht, indem sie eine vorhandene Basis vermöge ihrer größern Verwandtschaft in Beschlag nimmt, sondern indem sie das Gleichgewicht in der Anziehung der Elemente des Zuckers aufhebt. Salzsäure und Schwefelsäure, in ihrer Wirkungsweise und Zusammensetzung so sehr von einander verschieden, wirken auf einerlei Weise auf den Zucker in verdünntem Zustande anders, als in concentrirtem, bei gelinder Wärme wieder anders, als beim Sieden. Während die concentrirte Schwefelsäure bei mäßiger Concentration den Zucker, unter Bildung von Ameisensäure und Essigsäure, in eine schwarze kohlige Materie verwandelt, zerlegt sie ihn, bei Gegenwart von mehr Wasser, in zwei braune Substanzen, die beide Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten. Durch die Einwirkung der Alkalien entsteht aus den Elementen des Zuckers eine Reihe von durchaus verschiedenen neuen

Producten, und durch oxydirende Materien, durch Salpetersäure z. B., entwickeln sich daraus Kohlensäure, Ameisensäure, Essigsäure, Zuckersäure und noch viele andere Producte, die nicht untersucht sind.

Wenn man sich nach diesen Erfahrungen eine Vorstellung über die Kraft macht, mit welcher die Elemente des Zuckers zusammenhängen, und die Größe dieser Anziehung nach dem Widerstande beurtheilt, welchen sie einem darauf einwirkenden Körper entgegensetzen, so scheint das Zuckeratom als solches nur durch die Trägheit seiner Elemente zu bestehen, durch das Beharren an dem Orte und in dem Zustande also, in dem sie sich befinden, denn ein Behaupten dieses Zustandes durch ihre eigene Anziehung, wie bei dem schwefelsauren Kali, beobachten wir nicht.

Gerade diejenigen organischen Verbindungen nun, die sich dem Zucker ähnlich verhalten, sehr zusammengesetzte organische Atome also, sind allein fähig, die Zersetzungen zu erleiden, welche wir Gährung und Fäulniß nennen.

Wir haben gesehen, daß Metalle die Fähigkeit erhalten, Wasser oder Salpetersäure zu zerlegen, eine Fähigkeit, die sie für sich nicht besaßen, durch die bloße Berührung mit anderen, die sich in dem Zustande der Verbindung befinden; wir sehen bei dem Wasserstoffhyperoxyd und Wasserstoffhypersulfid, daß in dem Act ihrer Zersetzung Verbindungen ähnlicher Art, in denen die Elemente bei weitem stärker gebunden sind, ohne daß eine chemische Verwandtschaft hierbei mitwirkt, die nämliche Zerlegung erfahren, und man wird in den Materien, welche Gährung und Fäulniß bewirken, bei genauerer Beachtung die nämliche Ursache erkennen, welche die obigen Erscheinungen bedingt.

Es ist diese Ursache ein jeder Körper, der sich im Zu-

stande der Zersetzung befindet, sie ist eine Störung des statischen Moments der Anziehungen der Elemente, eines compleren organischen Atoms, in deren Folge sich die Elemente nach ihren speciellen Anziehungen auf's Neue gruppiren.

Die Beweise für die Existenz dieser Ursache lassen sich leicht entwickeln; sie gehen aus dem Verhalten der Körper hervor, welche Gährung und Fäulniß bewirken; sie ergeben sich aus der Regelmäßigkeit, man kann sagen, Gesetzmäßigkeit, in welcher die Theilung der Elemente in den erfolgenden Metamorphosen vor sich geht, und diese Regelmäßigkeit ist ausschließlich begründet in der ungleichen Verwandtschaft, die sie in isolirtem Zustande zu einander besitzen. Aus dem Verhalten der Holzkohle zum Wasser, aus dem der einfachsten Stickstoffverbindung, des Cyans, zu demselben Körper, lassen sich alle Metamorphosen stickstofffreier und stickstoffhaltiger Körper entwickeln.

Metamorphoſen ſtickſtofffreier Körper.

Bringen wir Sauerſtoff und Waſſerſtoff in der Form von Waſſerdämpfen, demnach in gleichen Wirkungswerthen mit Kohle, in einer Temperatur zuſammen, bei welcher ſie die Fähigkeit beſitzt, eine Verbindung mit einem dieſer Elemente einzugehen, ſo ſieht man, daß ſich unter allen Umſtänden ein Oxyd des Kohlenſtoffs, Kohlenoxyd oder Kohlenſäure, bildet, während Waſſerſtoff in Freiheit geſetzt wird; die Zerlegung des Waſſers durch Kohle und die Bildung des Kohlenoxyds oder der Kohlenſäure beweiſen, daß in einer höhern Temperatur die Affinität des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff größer iſt, als die des letztern zum Waſſerſtoff. Der Kohlenſtoff theilt ſich nicht in die Beſtandtheile des Waſſers, es entſteht kein Kohlenwaſſerſtoff.

Eſſigſäure und Meconſäure erleiden durch den Einfluß der Wärme eine wahre Metamorphoſe, d. h. eine Spaltung in neue Verbindungen ohne Ausſcheidung eines ihrer Elemente. Aus der Eſſigſäure entſteht Kohlenſäure und Aceton, aus der Meconſäure Kohlenſäure und Komenſäure, durch höhere Temperatur erleidet die letztere eine neue Metamorphoſe; ſie zerlegt ſich wieder in Kohlenſäure und Pyromeconſäure.

Der Kohlenſtoff dieſer Materien theilt ſich in dieſen Zerſetzungen in ihren Sauerſtoff und Waſſerſtoff; auf der einen Seite ſehen wir Kohlenſäure, auf der andern ein Oxyd ei-

nes Kohlenwasserstoffs auftreten, in welchem aller Wasserstoff enthalten ist.

Bei der Metamorphose von Alkoholdämpfen in mäßiger Glühhitze theilt sich der Kohlenstoff auf ähnliche Weise und es entsteht ein Oxyd einer Kohlenwasserstoffverbindung, die allen Sauerstoff enthält (Aldehyd), und gasförmige Kohlenwasserstoffverbindungen.

Bei diesen Metamorphosen durch Wärme sind, wie man sieht, keine fremden Verwandtschaften thätig, welche auf die Form und Zusammensetzung der neuen Producte einen Einfluß ausüben konnten; es sind die besonderen Anziehungen der Elemente allein im Spiel, die sich, je nach dem Grade ihrer Verwandtschaften, zu neuen Verbindungen ordnen, beständig und unveränderlich unter den Bedingungen, in welchen sie gebildet werden, sich auf's Neue umsetzend, wenn diese Bedingungen geändert werden. Vergleichen wir nun die Producte mit einander, zu denen zwei in ihrer Zusammensetzung ähnliche, aber in ihren Eigenschaften verschiedene Materien in zwei durch verschiedene Ursachen erfolgenden Metamorphosen Veranlassung geben, so finden wir, daß die Art der Umsetzung, die Spaltung und Theilung der Atome absolut die nämliche ist.

In den Metamorphosen des Holzes auf dem Boden von Sümpfen, die wir Fäulniß nennen, theilt sich sein Kohlenstoff in den Wasserstoff und Sauerstoff seiner eigenen Substanz und den des Wassers, neben reiner Kohlensäure entwickelt sich ein Kohlenwasserstoff, der eine der Kohlensäure ähnliche Zusammensetzung besitzt.

In der Metamorphose des Zuckers, die wir Gährung nennen, theilen sich seine Elemente in Kohlensäure, welche

⅔ von dem Sauerſtoff des Zuckers, und in Alkohol, der allen Waſſerſtoff enthält.

In der Metamorphoſe der Eſſigſäure durch Glühhitze entſteht Kohlenſäure, welche ⅔ von dem Sauerſtoff der Eſſigſäure, und Aceton, welches allen Waſſerſtoff enthält.

Man ſieht leicht, daß die Elemente einer complexen Verbindung ihren ſpeciellen Anziehungen überlaſſen (und dies geſchieht bei jeder Störung in den Anziehungen der Elemente einer Verbindung, durch welche Urſache ſie auch erfolgen mag, daß die Theilung dieſer Elemente, ihre Umſetzung zu neuen Verbindungen ſtets nach einer und derſelben Weiſe vor ſich geht, mit dem einzigen Unterſchiede jedoch, daß die Natur der gebildeten Producte ſtets abhängig bleibt von der Anzahl der Atome der Elemente, die in Action treten, daß alſo die Producte je nach der Zuſammenſetzung der Subſtanz in's Unendliche wechſeln.

Metamorphoſen ſtickſtoffhaltiger Körper.

Wenn wir die Materien in's Auge faſſen, welche die Eigenſchaft, Metamorphoſen, Gährung und Fäulniß zu bewirken, im vorzüglichſten Grade beſitzen, ſo finden wir, daß es ohne Ausnahme ſolche ſind, in deren Zuſammenſetzung der Stickſtoff einen Beſtandtheil ausmacht. Wir finden, daß in vielen derſelben eine Umſetzung ihrer Elemente zu neuen Producten von ſelbſt erfolgt, von dem Augenblicke an, wo ſie aufhören, dem lebenden Organismus anzugehören, wo ſie

also aus der Sphäre der Anziehung heraustreten, durch die allein sie zu bestehen vermögen.

Wir kennen zwar stickstofffreie Körper, die ebenfalls nur in Verbindung mit anderen einen gewissen Grad von Beständigkeit besitzen, die im isolirten Zustande also unbekannt sind, eben weil ihre Elemente, der Kraft entzogen, durch deren Wirkung ihre Elemente zusammengehalten sind, sich nach ihren eigenen Anziehungen ordnen; Uebermangansäure, Mangansäure, unterschweflige Säure sind schon als Verbindungen dieser Classe bezeichnet worden, allein, wie bemerkt, diese Eigenschaft kommt nur wenigen stickstofffreien Verbindungen zu.

Ganz anders verhält es sich mit den stickstoffhaltigen Körpern; man kann sagen, daß in der eigenthümlichen Natur des Stickstoffs die Ursache der außerordentlichen Leichtigkeit gegeben ist, welche ihre eigene Zerstörung herbeiführt. Als das indifferenteste unter den bekannten Elementen zeigt er keine hervorstechende Anziehung zu irgend einem andern einfachen Körper, und diesen Charakter trägt der Stickstoff in alle Verbindungen über, die er einzugehen fähig ist, ein Charakter, der seine leichte Trennung von den Materien, mit denen er verbunden ist, erklärlich macht.

Nur wenn seine Quantität im Verhältniß zu den Elementen, mit denen er verbunden ist, eine gewisse Grenze übersteigt, wie bei Melamin, Ammelin ꝛc., fangen die Stickstoffverbindungen an, eine gewisse Beständigkeit zu erhalten; sie verlieren ebenfalls bis zu einem gewissen Grade ihre Veränderlichkeit, wenn seine Quantität zu der Masse der Elemente, mit denen er verbunden ist, zu der Summe ihrer Anziehungen also, ein Minimum beträgt, wie bei den organischen Basen.

Wir sehen in den beiden Knallsilbern, dem Knallquecksilber, dem Jod- und Chlorstickstoff in den sogenannten fulminirenden Verbindungen diesen Charakter der leichten Umsetzung am entschiedensten hervortreten.

Alle anderen erhalten die nämliche Fähigkeit, sich zu zerlegen, wenn ihnen die Elemente des Wassers dargeboten werden, ja die meisten sind keiner Metamorphose fähig, wenn diese Bedingung ihrer Umsetzung ausgeschlossen ist.

Die veränderlichsten stickstoffhaltigen Substanzen, Theile von Organismen, gehen in trocknem Zustande nicht in Fäulniß über.

Aus den Resultaten der bekannten Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper ergiebt sich nun, daß hierbei das Wasser nicht bloß als Medium dient, welches den sich umsetzenden Elementen Bewegung gestattet; es stellt sich klar daraus hervor, daß sie in Folge von chemischer Verwandtschaft vor sich gehen.

Fragen wir nun nach den Veränderungen, welche die stickstoffhaltigen Körper im Allgemeinen erleiden, wenn ihnen die Bestandtheile des Wassers unter Umständen dargeboten werden, wo ihre Zersetzung, gleichgültig durch welche Ursache, herbeigeführt wird, so ergiebt sich als eine Regel, die keine Ausnahme kennt, daß unter diesen Bedingungen der Stickstoff dieser Substanzen stets bei vollendeter Zersetzung als Ammoniak in Freiheit gesetzt wird. Alle stickstoffhaltigen organischen Materien entwickeln durch die Einwirkung von Alkalien allen Stickstoff in der Form von Ammoniak; Säuren und eine erhöhte Temperatur wirken auf die nämliche Weise; nur beim Mangel an Wasser oder seinen Elementen bilden sich Cyan und andere Stickstoffverbindungen.

Man kann hieraus entnehmen, daß das Ammoniak die

ſtärkſte Stickſtoffverbindung iſt, daß Waſſerſtoff und Stickſtoff zu einander einen Grad von Verwandtſchaft beſitzen, der die Anziehung des Stickſtoffs zu allen übrigen übertrifft.

Bei den ſtickſtofffreien Materien haben wir in der ausgezeichneten Verwandtſchaft, welche der Kohlenſtoff zum Sauerſtoff beſitzt, eine Urſache kennen gelernt, welche die Spaltung der Elemente eines compleren organiſchen Atoms nach einer beſtimmten Weiſe herbeiführt; in den ſtickſtoffhaltigen macht aber der Kohlenſtoff einen nie fehlenden Beſtandtheil aus, und in dieſen kommt in der hervorſtechenden Verwandtſchaft des Stickſtoffs zum Waſſerſtoff eine neue höchſt kräftige Urſache einer leichtern Umſetzung der Beſtandtheile hinzu.

Bei den ſtickſtofffreien Körpern haben wir ein Element, bei den ſtickſtoffhaltigen zwei Elemente, die ſich in die Elemente des Waſſers theilen, wir haben darin zwei entgegengeſetzte Verwandtſchaften, die ihre Wirkung gegenſeitig verſtärken.

Wir wiſſen nun, daß wir im Stande ſind, durch den Einfluß zweier Verwandtſchaften die ſtärkſten Anziehungen zu überwinden, wir bringen mit der größten Leichtigkeit eine Zerſetzung der Thonerde hervor, wenn wir die Verwandtſchaft der Kohle auf ihren Sauerſtoff und die des Chlors auf das Aluminium in Thätigkeit ſetzen, eine Zerſetzung, die mit jedem allein nicht bewirkt werden kann, und es iſt mithin in der Natur und der Conſtitution der Stickſtoffverbindungen ſelbſt eine Art von Spannung der Beſtandtheile, eine hervorſtechende Neigung zu Metamorphoſen gegeben, welche bei vielen eine von ſelbſt erfolgende Umſetzung von dem Augenblick an bewirkt, wo ſie mit Waſſer oder mit den Elementen des Waſſers in Berührung gebracht werden.

Das Verhalten der einfachsten aller stickstoffhaltigen Säuren, des Cyansäurehydrats, ist vielleicht am besten im Stande, eine bestimmte Vorstellung über diese Theilungsweise zu geben.

Diese Säure enthält Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff genau in den Verhältnissen, daß mit dem Hinzutreten einer gewissen Menge Wasser die Elemente dieses Wassers gerade hinreichen, sein Sauerstoff einerseits, um mit ihrem Kohlenstoff und Sauerstoff Kohlensäure, und sein Wasserstoff andererseits, um mit ihrem Stickstoff Ammoniak zu bilden.

Bei diesen Körpern vereinigen sich also die günstigsten Bedingungen, um die vollkommenste Metamorphose zu erleiden, und es ist wohl bekannt, daß diese Spaltung augenblicklich erfolgt, sobald die Cyansäure mit Wasser zusammengebracht wird; unter lebhaftem Aufbrausen verwandelt sie sich in Kohlensäure und Ammoniak.

Diese Zersetzung läßt sich als Typus aller Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper betrachten, es ist die Fäulniß in ihrer reinsten und vollendetsten Form, denn die neuen Producte, Kohlensäure und Ammoniak, sind keiner weitern Metamorphose mehr fähig.

Eine ganz andere und weit verwickeltere Form nimmt aber die Fäulniß an, wenn die ersten Producte, welche gebildet werden, einer fortschreitenden Veränderung unterliegen; sie zerfällt in diesen Fällen in mehrere Perioden, bei denen es unmöglich ist, die Grenze zu bestimmen, wo die eine aufhört und die andere anfängt.

Die Metamorphose einer aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehenden Verbindung, des Cyans, des einfachsten unter allen stickstoffhaltigen Körpern, giebt eine klare Vorstellung von der Mannichfaltigkeit der Producte, die hierbei auftreten

es iſt die einzige Fäulniß einer ſtickſtoffhaltigen Subſtanz, die einigermaßen unterſucht iſt.

Eine Auflöſung von Cyan im Waſſer trübt ſich nach kurzer Zeit und ſetzt eine ſchwarze oder braunſchwarze Materie ab, welche die Ammoniakverbindung eines Körpers iſt, der durch eine einfache Vereinigung von Cyan mit Waſſer entſteht. Dieſe Subſtanz iſt unlöslich im Waſſer und entzieht ſich durch ihren Zuſtand jeder weitern Veränderung.

Eine zweite Metamorphoſe wird bedingt durch die Theilung des Cyans in die Elemente des Waſſers; es entſteht Cyanſäure, indem ſich eine gewiſſe Menge Cyan mit Sauerſtoff verbindet, es bildet ſich Blauſäure, indem eine andere Portion Cyan ſich mit dem freiwerdenden Waſſerſtoff vereinigt.

Eine dritte Metamorphoſe erfährt das Cyan, indem eine vollkommene Spaltung der Elemente des Cyans und eine Theilung dieſer Elemente in die Beſtandtheile des Waſſers ſtattfindet. Oxalſäure auf der einen Seite, Ammoniak auf der andern, ſind die Producte dieſer Spaltung.

Cyanſäure, deren Bildung ſo eben erwähnt worden iſt, kann in Berührung mit Waſſer nicht beſtehen; ſie zerſetzt ſich im Moment ihrer Bildung, wie oben erwähnt, in Kohlenſäure und Ammoniak, die ſich neu bildende Cyanſäure entgeht aber dieſer Zerſetzung; indem ſie mit dem freigewordenen Ammoniak in Verbindung tritt, entſteht Harnſtoff.

Die Blauſäure zerſetzt ſich ebenfalls in eine braune Materie, welche Waſſerſtoff und Cyan, das letztere in einem größern Verhältniß, als im gasförmigen, enthält; es wird bei ihrer Zerſetzung ebenfalls Oxalſäure, Harnſtoff und Koh-

lenſäure gebildet, und durch Spaltung ihres Radicals tritt Ameiſenſäure als neues Product auf.

Eine Subſtanz mithin, welche nur Kohlenſtoff und Stickſtoff enthält, liefert im Ganzen acht von einander durchaus verſchiedene Producte.

Einige dieſer Producte ſind durch die Metamorphoſe des urſprünglichen Körpers, durch die Theilung ſeiner Elemente in die Beſtandtheile des Waſſers, andere in Folge einer weitern Spaltung der erſteren entſtanden.

Der Harnſtoff, das kohlenſaure Ammoniak ſind durch die Verbindung von zwei der gebildeten Producte entſtanden; an ihrer Bildung haben alle Elemente Antheil genommen.

Wie aus den eben angeführten Beiſpielen entnommen werden kann, umfaſſen die Zerſetzungen durch Gährung oder Fäulniß in ihren Reſultaten verſchiedene Erſcheinungen.

Es ſind entweder Umſetzungen der Elemente einer compleren Verbindung zu neuen Verbindungen, welche mit oder ohne Hinzuziehung der Elemente des Waſſers vor ſich gehen.

In den neuen auf dieſe Weiſe gebildeten Producten findet man entweder genau das Verhältniß der Beſtandtheile wieder, welche vor der Metamorphoſe in der Materie enthalten waren, oder man findet darin einen Ueberſchuß, der in den Elementen des Waſſers beſteht, welche Antheil an der Theilung der Elemente genommen haben.

Oder es ſind Umſetzungen zweier und mehrerer complexer Verbindungen, aus welchen die Elemente beider ſich wechſelsweiſe mit oder ohne Hinzutreten der Elemente des Waſſers zu neuen Producten ordnen. Bei dieſer Art von Metamorphoſen enthalten alſo die neuen Producte die Summe der Beſtandtheile aller Verbindungen, welche an der Zerſetzung Antheil genommen haben.

Die erstere Zersetzungsweise charakterisirt die eigentliche Gährung, die andere die sogenannte Fäulniß. Wir werden in dem Folgenden diese Bezeichnungsweise stets nur für die beiden in ihren Erfolgen sich wesentlich von einander unterscheidenden Metamorphosen beibehalten.

Gährung des Zuckers.

Die eigenthümliche Zersetzung, welche der Zucker erfährt, läßt sich als der Typus aller der Metamorphosen betrachten, welche mit Gährung bezeichnet werden *).

Die Analyse des Rohrzuckers hat auf eine unzweifelhafte Weise ergeben, daß er die Elemente von Kohlensäure und Alkohol, minus 1 Atom Wasser enthält.

*) Wenn in eine mit Quecksilber gefüllte graduirte Glocke 1 Cubiccentimeter mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührte Bierhefe und 10 Gramme einer Rohrzuckerlösung gebracht wird, die 1 Gramme reinen Zucker enthält, so findet man in der Glocke nach 24 Stunden, wenn das Ganze einer Temperatur von 20—25° ausgesetzt gewesen ist, ein Volumen Kohlensäure, welches bei 0° und 0,76 Meter B. 245—250 CC. entspricht. Rechnet man hierzu 11 CC. Kohlensäure, womit die 11 Grm. Flüssigkeit sich gesättigt finden, so hat man mithin im Ganzen 255—259 CC. Kohlensäure erhalten; dieses Volumen Kohlensäure entspricht aber 0,503 bis 0,5127 Grm. dem Gewichte nach. Thénard erhielt ferner von 101 Grm. Rohrzucker 0,5262 absoluten Alkohol. 100 Th. Rohrzucker liefern also im Ganzen 103,89 Th. an Kohlensäure und Alkohol zusammengenommen. In diesen beiden Producten sind aber 42 Theile Kohlenstoff enthalten, und dies ist genau die Menge, welche ursprünglich in dem Zucker enthalten war.

Aus den Producten seiner Gährung ergiebt sich, daß der Alkohol und die Kohlensäure zusammen 1 Atom Sauerstoff und 2 Atome Wasserstoff, die Elemente also von 1 Atom Wasser mehr enthalten als der Zucker, und dies erklärt auf die befriedigendste Weise, woher der Gewichtsüberschuß an den erhaltenen Producten kommt, es haben die Elemente von 1 Atom Wasser Antheil genommen an der Metamorphose des Zuckers.

Dem Verhältniß nach, in welchem sich der Rohrzucker mit Aequivalenten von Basen verbindet, so wie aus der Zusammensetzung seines Oxydationsproducts, der Zuckersäure, weiß man, daß 1 Atom Zucker 12 Aequivalente oder Atome Kohlenstoff enthält.

Keins von diesen Kohlenstoffatomen ist darin in der Form von Kohlensäure enthalten, denn man erhält diese ganze Quantität Kohlenstoff als Oxalsäure wieder, wenn man den Zucker mit übermangansaurem Kali behandelt. Oxalsäure wird aber als eine niedere, die Kohlensäure als die höchste Oxydationsstufe des Kohlenstoffs betrachtet, und es ist unmöglich, durch einen der kräftigsten Oxydationsprocesse, wie durch Behandlung mit übermangansaurem Kali, ein niederes Oxyd aus einem höhern entstehen zu machen.

Der Wasserstoff des Zuckers ist in diesem Körper nicht in der Form von Alkohol vorhanden, denn durch Behandlung mit Säuren, namentlich mit einer sauerstofffreien, der Salzsäure, wird der Zucker in Wasser und eine moderartige Kohle zersetzt, und man weiß, daß keine Alkoholverbindung eine solche Zersetzung durch Salzsäure erfährt.

Der Zucker enthält mithin weder fertig gebildete Kohlensäure noch Alkohol; diese Körper sind in Folge einer Spal-

tung seines eigenen Atoms, mit Zuziehung der Elemente des Wassers gebildet worden.

Bei dieser Metamorphose des Zuckers findet man also in den Producten keinen Bestandtheil der Substanz, durch deren Berührung seine Zersetzung herbeigeführt wurde. Der nämliche Zucker, welcher mit Hefe in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, zerlegt sich bei Berührung mit faulendem weißen Käse in Buttersäure unter Entwickelung von Wasserstoffgas (Pelouze und Gelis).

Nehmen wir jetzt nun einen Pflanzensaft, welcher reich ist an Zucker, und der neben diesem Bestandtheil noch andere Materien, vegetabilisches Eiweiß, Kleber ꝛc. enthält, wie z. B. den Saft von gelben Möhren, Runkelrüben, Zwiebeln ꝛc., überlassen wir ihn mit Bierhefe der gewöhnlichen Temperatur, so geräth er in Gährung, wie das Zuckerwasser; es entweicht unter Aufbrausen Kohlensäure, und in der rückständigen Flüssigkeit findet man eine dem Zuckergehalt entsprechende Menge Alkohol; überlassen wir ihn sich selbst bei einer Temperatur von 35—40°, so geräth er ebenfalls in Gährung, es entwickeln sich Gase in beträchtlicher Menge, welche von einem unangenehmen Geruch begleitet sind, und wenn die Flüssigkeit nach vollendeter Zersetzung untersucht wird, so findet man darin nur Spuren von Alkohol. Der Zucker ist verschwunden und mit dem Zucker alle vorher in dem Saft enthaltenen stickstoffhaltigen Körper. Beide haben sich gleichzeitig mit und neben einander zersetzt; der Stickstoff der stickstoffhaltigen Substanzen findet sich in der Flüssigkeit als Ammoniak wieder und neben dem Ammoniak drei neue Producte, welche aus den Bestandtheilen des Pflanzensaftes erzeugt worden sind. Die eine ist eine wenig flüchtige stickstofffreie Säure, die Milchsäure, die andere ist der krystalli-

niſche Körper, der den Hauptbeſtandtheil der Manna ausmacht, und die dritte iſt eine feſte, dem arabiſchen Gummi ähnliche Maſſe, welche mit Waſſer einen dicken zähen Schleim bildet. Die drei Producte zuſammen wiegen, ohne das Gewicht der gasförmigen Producte zu rechnen, mehr, als der im Saft enthaltene Zucker; ſie ſind alſo nicht aus den Elementen des Zuckers allein entſtanden; keins von den dreien war vor dieſer Metamorphoſe in dem Safte zu entdecken, ſie ſind alſo durch eine Umſetzung der Beſtandtheile des Zuckers mit denen der fremden Subſtanzen gebildet worden, und dieſes Ineinandergreifen von zwei und mehreren Metamorphoſen iſt es, was wir die eigentliche Fäulniß nennen.

Hefe, Ferment.

Wendet man ſeine Aufmerkſamkeit den Materien zu, durch welche Gährung und Fäulniß in anderen Körpern erregt werden, ſo findet man bei genauem Beachten ihres Verhaltens und ihrer Verbindungsweiſe, daß ſie ohne Ausnahmen Subſtanzen ſind, deren eigene Elemente ſich im Zuſtande der Umſetzung befinden.

Betrachten wir zuvörderſt die merkwürdige Materie, die ſich aus gährendem Bier, Wein und Pflanzenſäften in unlöslichem Zuſtande abſetzt, und die den Namen Ferment, Gährungsſtoff, von ihrem ausgezeichneten Vermögen erhalten hat, Zucker und ſüße Pflanzenſäfte in Gährung zu

verſetzen, ſo beobachten wir, daß das Ferment ſich in jeder Hinſicht wie ein in Fäulniß und Verweſung begriffener ſtickſtoffhaltiger Körper verhält.

Das Ferment verwandelt den Sauerſtoff der umgebenden Luft in Kohlenſäure und entwickelt noch Kohlenſäure aus ſeiner eigenen Maſſe (Colin), unter Waſſer fährt es fort, Kohlenſäure und übelriechende Gaſe zu entwickeln (Thénard), und iſt zuletzt in eine dem alten Käſe ähnliche Maſſe verwandelt (Prouſt); ſeine Fähigkeit, Gährung zu erregen, iſt mit Vollendung dieſer Fäulniß verſchwunden.

Zur Erhaltung der Eigenſchaften des Ferments iſt die Gegenwart von Waſſer eine Bedingung; ſchon durch bloßes Auspreſſen wird ſeine Fähigkeit, Gährung zu erregen, verringert, durch Austrocknen wird ſie vernichtet; ſie wird gänzlich aufgehoben durch Siedhitze, Alkohol, Kochſalz, ein Uebermaß von Zucker, Queckſilberoxyd, Sublimat, Holzeſſig, ſchweflige Säure, ſalpeterſaures Silberoxyd, ätheriſche Oele, durch lauter Subſtanzen alſo, welche der Fäulniß entgegenwirken.

Der unlösliche Körper, den man Ferment nennt, bewirkt die Gährung nicht. Wird die Bier- oder Weinhefe mit ausgekochtem kalten deſtillirten Waſſer ſorgfältig ausgewaſchen mit der Vorſicht, daß die Subſtanz ſtets mit Waſſer bedeckt bleibt, ſo bringt der Rückſtand die Gährung in Zuckerwaſſer nicht mehr hervor.

Der lösliche Theil des Ferments bewirkt die Gährung ebenfalls nicht. Ein in der Wärme bereiteter klarer wäſſeriger Aufguß von Ferment kann mit Zuckerwaſſer in einem verſchloſſenen Gefäße zuſammengebracht werden, ohne das mindeſte Zeichen von Zerſetzung hervorzubringen. Wo iſt nun, kann man fragen, der Stoff oder die

Materie, wo ist der Erreger der Gährung in dem Ferment, wenn die unlöslichen und löslichen Bestandtheile des Ferments diese Zersetzung nicht hervorzubringen vermögen? Dies ist von Colin auf die entschiedenste Weise beantwortet worden; sie wird durch den aufgelöst'en Stoff bewirkt, wenn der wässerige Aufguß an der Luft erkaltet und eine Zeitlang mit der Luft in Berührung gelassen war; in diesem Zustande mit Zuckerwasser zusammengebracht, bringt er eine lebhafte Gährung hervor; ohne zuvor der Luft ausgesetzt gewesen zu sein, tritt keine Gährung ein.

Bei dem Contact mit der Luft erfolgt aber eine Absorption des Sauerstoffs, und man findet in dem Aufguß nach einiger Zeit freie Kohlensäure.

Die Hefe bringt mithin Gährung hervor in Folge einer fortschreitenden Zersetzung, die sie bei Gegenwart von Luft in Berührung mit Wasser erleidet.

Untersuchen wir ferner, ob und welche Veränderung mit der Hefe vor sich geht, wenn sie in Berührung war mit Zuckerwasser, in welchem die Metamorphose des Zuckers vollendet ist, so zeigt sich, daß mit der Verwandlung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol ein Verschwinden des Ferments verknüpft ist.

Von 20 Th. frischer Bierhefe und 100 Th. Zucker erhielt Thénard nach vollendeter Gährung 13,7 unlöslichen Rückstand, der sich mit neuem Zuckerwasser, auf dieselbe Weise angewendet, auf 10 Theile verminderte; diese 10 Theile waren weiß, besaßen die Eigenschaften der Holzfaser und verhielten sich völlig wirkungslos gegen frisches Zuckerwasser.

Es ergiebt sich hieraus auf eine unzweifelhafte Weise, daß bei der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment beide neben einander eine Zersetzung erleiden, in deren Folge sie

beide verſchwinden. Wenn das Ferment nun ein Körper iſt, der ſich im Zuſtande der Fäulniß befindet, und Gährung in Folge ſeiner eigenen Zerſetzung erregt, ſo müſſen alle Materien, die ſich in dem nämlichen Zuſtande befinden, auf den Zucker eine gleiche Wirkung haben.

Dies iſt in der That der Fall. Faulendes Muskelfleiſch, Urin, Hauſenblaſe, Osmazom, Eiweiß, Käſe, Gliadin, Kleber, Legumin, Blut bringen, in Zuckerwaſſer gebracht, die Fäulniß des Zuckers (Gährung) hervor, ja das Ferment ſelbſt, was durch anhaltendes Auswaſchen ſeine Fähigkeit, Gährung zu erregen, gänzlich verloren hat, erhält ſie wieder, wenn es, an einem warmen Ort ſich ſelbſt überlaſſen, in Fäulniß übergegangen iſt.

Das Ferment, die faulenden thieriſchen und vegetabiliſchen Materien, indem ſie in anderen Körpern den Zuſtand der Zerſetzung herbeiführen, den ſie ſelbſt erleiden, wirken mithin wie das Waſſerſtoffhyperoxyd auf Silberoxyd; die Störung in der Anziehung ſeiner Beſtandtheile, welche ſeine eigene Zerſetzung herbeiführt, der Act ſeiner Zerſetzung bewirkt eine Störung in der Anziehung der Beſtandtheile des Silberoxyds; indem das eine zerſetzt wird, erfolgt eine ähnliche Zerſetzung des andern Körpers.

Das Waſſerſtoffhyperoxyd in Berührung mit feuchtem Blutfibrin, mit einem thieriſchen Stoff, der ſich unausgeſetzt im Zuſtande der Veränderung befindet, erleidet eine raſche Zerſetzung; unter lebhaftem Aufbrauſen entwickelt ſich aller Sauerſtoff, den es mehr als das Waſſer enthält.

Beachten wir nun, um zu gewiſſen Anwendungen zu kommen, den Verlauf der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment, ſo beobachten wir zwei Fälle, die ſtets wiederkehren. Iſt die Menge des Ferments im Verhältniß zu dem vor-

handenen Zucker zu gering, so ist seine Fäulniß früher beendigt, als die Metamorphose des Zuckers; es bleibt Zucker unzersetzt, insofern die Ursache seiner Metamorphose, nämlich die Berührung mit einem in Zersetzung begriffenen Körper, fehlt.

Ist die Menge des Ferments vorwaltend, so bleibt, indem seine Unlöslichkeit im Wasser an und für sich eine langsamere Zersetzung bedingt, eine gewisse Menge in Zersetzung begriffen zurück. Diese in frisches Zuckerwasser gebracht, fährt fort, wieder Gährung zu erregen, bis sie selbst alle Perioden ihrer eigenen Metamorphose durchlaufen hat.

Eine gewisse Menge Hefe ist also erforderlich, um eine bestimmte Portion Zucker zur Vollendung seiner Metamorphose zu bringen, aber ihre Wirkung ist keine Massenwirkung, sondern ihr Einfluß beschränkt sich lediglich auf die in ihr selbst vor sich gehende Veränderung und auf ihr Vorhandensein bis zu dem Endpunkte hin, wo das letzte Atom Zucker sich zersetzt hat.

Aus den dargelegten Thatsachen und Beobachtungen ergiebt sich demnach für die Chemie die Existenz einer neuen Ursache, welche Verbindungen und Zersetzungen bewirkt, und diese Ursache ist die Thätigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung begriffener Körper auf Materien ausübt, in denen die Bestandtheile nur durch eine schwache Verwandtschaft zusammengehalten sind; diese Thätigkeit wirkt ähnlich einer eigenthümlichen Kraft, deren Träger ein in Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper ist, eine Kraft, die sich über die Sphäre seiner Anziehungen hinaus erstreckt.

Ueber eine Menge bekannter Erscheinungen kann man sich jetzt genügende Rechenschaft geben.

Aus frischem Pferdeharn erhält man beim Zusatz von

Salzsäure eine reichliche Menge Hippursäure; läßt man den Harn in Fäulniß übergehen, so läßt sich keine Spur mehr davon entdecken. Menschenharn enthält eine beträchtliche Quantität Harnstoff; in gefaultem Harn ist aller Harnstoff verschwunden. Harnstoff, den man einer gährenden Zuckerlösung zugesetzt hat, zerlegt sich in Kohlensäure und Ammoniak; in einem gegohrenen Auszug von Spargeln, Althäwurzeln ist kein Asparagin mehr vorhanden.

Es ist früher berührt worden, daß in der überwiegenden Verwandtschaft des Stickstoffs zu dem Wasserstoff, so wie in der ausgezeichneten Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, in ihrem entgegengesetzten Streben also, sich der Elemente des Wassers zu bemächtigen, in allen Stickstoffverbindungen eine vorzugsweise leichte Spaltung ihrer Elemente gegeben ist, und wenn wir finden, daß kein stickstofffreier Körper in reinem Zustande die Eigenschaft besitzt, sich in Berührung mit Wasser von selbst zu zerlegen, so liegt es in der Natur der Stickstoffverbindungen, und weil sie gewissermaßen höher organisirte Atome darstellen, daß ihnen vor allen diese Fähigkeit zukommt.

Wir finden in der That, daß jeder stickstoffhaltige Bestandtheil des thierischen oder vegetabilischen Organismus sich selbst bei Gegenwart von Wasser und einer höhern Temperatur überlassen, in Fäulniß übergeht.

Die stickstoffhaltigen Materien sind demnach ausschließlich die Erreger von Gährung und Fäulniß bei vegetabilischen Substanzen.

Die Fäulniß gehört in ihren Erfolgen, als eine in einander greifende Metamorphose verschiedener Substanzen, zu den mächtigsten Desoxydationsprocessen, durch welche die stärksten Verwandtschaften überwunden werden.

Eine Auflöſung von Gyps in Waſſer, die man mit einer Abkochung von Sägeſpänen oder irgend einer der Fäulniß fähigen organiſchen Materie in einem verſchloſſenen Gefäße ſich ſelbſt überläßt, enthält nach einiger Zeit keine Schwefelſäure mehr, an ihrer Stelle findet man Kohlenſäure und freie Schwefelwaſſerſtoffſäure, die ſich in den vorhandenen Kalk theilen. In ſtehenden Waſſern, welche ſchwefelſaure Salze enthalten, beobachtet man an den verfaulenden Wurzelfaſern die Bildung von kryſtalliſirtem Schwefelkies.

Man weiß nun, daß unter Waſſer, alſo beim Abſchluß der Luft, faulendes Holz ſich in der Weiſe zerlegt, daß ſich ein Theil ſeines Kohlenſtoffs mit ſeinem eigenen und dem Sauerſtoff des Waſſers zu Kohlenſäure verbindet, während ſein Waſſerſtoff und der Waſſerſtoff des zerſetzten Waſſers als reines Waſſerſtoffgas oder als Sumpfgas in Freiheit geſetzt werden.

Es iſt nun klar, daß wenn das Waſſer eine an Sauerſtoff reiche Materie enthält, wie Schwefelſäure z. B., ſo wird von der faulenden Materie dieſer Sauerſtoff mit dem des Waſſers zur Bildung von Kohlenſäure in Anſpruch genommen werden, und aus dem gleichzeitig frei gewordenen Schwefel und dem Waſſerſtoffgas, die ſich im Entſtehungsmomente verbinden, entſteht Schwefelwaſſerſtoffſäure, die ſich mit den vorhandenen Metalloxyden zu Schwefelmetallen umſetzt.

Die gefaulten Blätter der Waidpflanze, in Berührung mit blauem Indigo und Alkali, bei Gegenwart von Waſſer, gehen in eine weitere Zerſetzung über, deren Reſultat, eine Desoxydation des Indigo, ſeine Auflöſung iſt.

Vergleicht man die Zuſammenſetzung des Mannits, welcher durch Fäulniß von zuckerhaltigen Rüben- und anderen Pflanzenſäften gebildet wird, mit der des Traubenzuckers, ſo findet man, daß er die nämliche Anzahl von Atomen Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, aber zwei Atome Sauerſtoff weniger enthält, als der Traubenzucker; es iſt außerordentlich wahrſcheinlich, daß ſeine Entſtehung auf eine ähnliche Weiſe aus dem Traubenzucker gefolgert werden muß, wie die Verwandlung des blauen Indigo in desoxydirten weißen Indigo.

Bei der Fäulniß des Klebers entwickelt ſich kohlenſaures Gas und reines Waſſerſtoffgas, es entſteht phosphorſaures, eſſigſaures, käſeſaures, milchſaures Ammoniak in ſolcher Menge, daß die weitere Zerſetzung aufhört; wird das Waſſer erneuert, ſo geht die Zerſetzung weiter, außer jenen Salzen entſteht kohlenſaures Ammoniak, eine weiße, glimmerähnliche kryſtalliniſche Materie (Käſeoxyd), Schwefelammonium und eine durch Chlor gerinnende ſchleimige Subſtanz. Als ein ſelten fehlendes Product der Fäulniß organiſcher Körper tritt im Beſondern die Milchſäure auf.

Wenn man, von dieſen Erſcheinungen ausgehend, die Gährung und Fäulniß mit der Zerſetzung vergleicht, welche die organiſchen Verbindungen durch den Einfluß höherer Temperaturen erfahren, ſo erſcheint die trockne Deſtillation als ein Verbrennungsproceß in dem Innern einer Materie von einem Theile ihres Kohlenſtoffs, auf Koſten von allem oder einem Theile ihres eigenen Sauerſtoffs, in deſſen Folge waſſerſtoffreiche andere Verbindungen gebildet werden. Die Gährung ſtellt ſich dar als eine Verbrennung derſelben Art, die bei einer, die gewöhnliche nur wenig überſchreitenden, Temperatur im Innern einer Flüſſigkeit zwiſchen den Ele-

menten einer und derſelben Materie vor ſich geht, und die Fäulniß als Oxydationsproceß, an dem der Sauerſtoff aller vorhandenen Materien Antheil nimmt.

Verweſung.

In der organiſchen Natur begegnen wir neben den Zerſetzungsproceſſen, die mit Gährung und Fäulniß bezeichnet werden, einer nicht minder umfaſſenden Klaſſe von Veränderungen, die ſie durch den Einfluß der Luft erfahren; es iſt dies der Act der allmähligen Verbindung ihrer verbrennlichen Elemente mit dem Sauerſtoff der Luft, eine langſame Verbrennung, die den Namen Verweſung erhalten hat.

Zu dieſer Klaſſe gehört die Verwandlung des Holzes in Humus, die Eſſigſäurebildung aus Alkohol, die Salpeterbildung und zahlloſe andere Vorgänge.

Pflanzenſäfte irgend einer Art, mit Waſſer durchdrungene Theile thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen, feuchte Sägeſpäne, Blut ꝛc. können mit der Luft nicht in Berührung gebracht werden, ohne von dem Augenblick an eine fortſchreitende Veränderung der Farbe und Eigenſchaften zu erfahren, von welcher ſtets eine Aufnahme des Sauerſtoffs der Luft als die erſte Urſache ſich zu erkennen giebt.

Dieſe Veränderung findet beim Abſchluß alles Waſſers und bei ſeinem Gefrierpunkte nicht Statt, und man beobachtet, daß bei verſchiedenen Körpern verſchiedene Wärmegrade erforderlich ſind, um die Sauerſtoffaufnahme und ihr zufolge Verweſung zu bewirken.

In dem ausgezeichnetſten Grade gehört dieſe Fähigkeit den ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen an.

Dampft man Pflanzenſäfte beim Zutritt der Luft in gelinder Wärme ab, ſo ſchlägt ſich als Product der Einwirkung des Sauerſtoffs eine braune oder braunſchwarze Subſtanz nieder, die bei allen Pflanzenſäften von ähnlicher Beſchaffenheit zu ſein ſcheint; ſie wird mit dem Namen Extractivſtoff bezeichnet, ſie iſt im Waſſer ſchwer- oder unlöslich, und wird von Alkalien leicht aufgenommen.

Durch die Einwirkung der Luft auf feſte thieriſche oder vegetabiliſche Gebilde entſteht eine ähnliche pulverige braunſchwarze Subſtanz, die man Humus (Terreau) nennt.

Die Bedingungen zur Einleitung der Verweſung ſind von der mannichfaltigſten Art; viele und namentlich gemiſchte organiſche Materien oxydiren ſich an der Luft beim bloßen Befeuchten mit Waſſer, andere beim Zuſammenbringen von Alkalien, und die meiſten gehen in den Zuſtand der langſamen Verbrennung über, wenn ſie mit anderen verweſenden Materien in Berührung gebracht werden.

Die Verweſung einer organiſchen Materie kann durch alle Subſtanzen aufgehoben oder gehindert werden, welche der Fäulniß oder Gährung entgegenwirken; Mineralſäuren, Queckſilberſalze, aromatiſche Subſtanzen, brenzliche Oele, Terpentinöl beſitzen in dieſer Beziehung einerlei Wirkung; die letzteren verhalten ſich gegen verweſende Körper wie gegen Phosphorwaſſerſtoffgas, deſſen Selbſtentzündlichkeit ſie vernichten.

Viele Materien, welche, für ſich oder mit Waſſer befeuchtet, nicht in den Zuſtand der Verweſung übergehen, gehen bei Berührung mit einem Alkali einer langſamen Verbrennung entgegen.

Die Gallusſäure, das Hämatin und viele andere Stoffe laſſen ſich in ihrer wäſſerigen Löſung unverändert aufbewahren, die kleinſte Menge freies Alkali ertheilt aber dieſen Materien die Fähigkeit, Sauerſtoff anzuziehen, und ſich, häufig unter Entwickelung von Kohlenſäure, in braune humusähnliche Subſtanzen zu verwandeln (Chevreul).

Die merkwürdigſte Art der Verweſung ſtellt ſich bei vielen vegetabiliſchen Subſtanzen ein, wenn ſie mit Ammoniak und Waſſer der Luft ausgeſetzt werden; ohne Entwickelung von Kohlenſäure ſtellt ſich eine raſche Sauerſtoffaufnahme ein, es entſtehen, wie beim Orcin, Erythrin und anderen, prachtvoll violet oder roth gefärbte Flüſſigkeiten, welche jetzt eine ſtickſtoffhaltige Subſtanz enthalten, in welcher der Stickſtoff nicht in der Form von Ammoniak enthalten iſt.

Bei allen dieſen Vorgängen hat ſich herausgeſtellt, daß die Einwirkung des Sauerſtoffs ſich nur ſelten auf den Kohlenſtoff der Materien erſtreckt, was der Verbrennung in höheren Temperaturen vollkommen entſpricht.

Man weiß z. B., daß, wenn zu einer verbrennenden Kohlenwaſſerſtoff-Verbindung nicht mehr Sauerſtoff zugelaſſen wird, als gerade hinreicht, um den Waſſerſtoff zu oxydiren, daß in dieſem Fall kein Kohlenſtoff verbrennt, ſondern als Kienruß abgeſchieden wird; iſt die hinzutretende Sauerſtoffmenge noch geringer, ſo werden die waſſerſtoffreichen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen in waſſerſtoffarme, in Naphtalin und andere ähnliche, zurückgeführt.

Wir haben kein Beiſpiel, daß ſich Kohlenſtoff direct bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerſtoff verbindet, aber zahlloſe Erfahrungen, daß der Waſſerſtoff in gewiſſen Zuſtänden der Verdichtung dieſe Eigenſchaft beſitzt. Geglühter Kienruß bildet, in Sauerſtoffgas aufbewahrt, keine Kohlenſäure; mit

waſſerſtoffreichen Oelen getränkter Kienruß erwärmt ſich in der Luft und entzündet ſich von ſelbſt, und mit Recht hat man die Selbſtentzündlichkeit der zur Pulverfabrication dienenden waſſerſtoffreichen Kohle gerade dieſem Waſſerſtoffgehalte zugeſchrieben, denn während des Pulveriſirens dieſer Kohle findet man in der umgebenden Luft keine Spur Kohlenſäure; ſie tritt nicht eher auf, als bis die Temperatur der Maſſe die Glühhitze erreicht hat. Die Wärme ſelbſt, welche das Glühendwerden, die Entzündung bedingt, iſt mithin nicht durch die Oxydation des Kohlenſtoffs gebildet worden.

Man kann die verweſenden Materien in zwei Klaſſen trennen; in Subſtanzen, welche ſich mit dem Sauerſtoff der Luft verbinden, ohne Kohlenſäure zu entwickeln, und in andere, bei denen die Abſorption des Sauerſtoffs begleitet iſt von einer Abſcheidung von Kohlenſäure.

Bittermandelöl, der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzt, verwandelt ſich in Benzoeſäure durch Aufnahme von 2 At. Sauerſtoff; man weiß, daß die Hälfte davon an den Waſſerſtoff des Oels tritt und damit Waſſer bildet, was in Verbindung bleibt mit der entſtandenen waſſerfreien Benzoeſäure.

Nach den Erfahrungen von Döbereiner abſorbiren 100 Th. Pyrogallusſäure bei Gegenwart von Ammoniak und Waſſer 38,09 Th. Sauerſtoff; ſie wird in eine moderartige Subſtanz verwandelt, die weniger Sauerſtoff als vorher enthält. Es iſt klar, daß das entſtandene Product kein höheres Oxyd iſt, und wenn man die Menge des aufgenommenen Sauerſtoffs mit ihrem Waſſerſtoffgehalt vergleicht, ſo ergiebt ſich, daß derſelbe genau hinreicht, um mit dieſem Waſſerſtoff Waſſer zu bilden.

Bei der Bildung des blutrothen Orceins aus farbloſem Orcin, was man bei Gegenwart von Ammoniak in Berührung

ließ mit Sauerſtoff, geht durch die Aufnahme von Sauerſtoff mit den Elementen beider Subſtanzen, dem Ammoniak und dem Orcin keine andere Veränderung vor ſich, als die Abſcheidung von Waſſer. 1 Aeq. Orcin $C_{16}H_{22}O_7$ und 1 Aeq. Ammoniak N_2H_6 nehmen 5 Aeq. Sauerſtoff auf, und es trennen ſich 5 Aeq. Waſſer, indem Orcein $C_{16}H_{18}O_7N_2$ gebildet wird (Dumas). Hier iſt alſo offenbar der aufgenommene Sauerſtoff ausſchließlich an den Waſſerſtoff getreten.

So wahrſcheinlich es nun auch erſcheint, daß bei der Verweſung organiſcher Materien die Wirkung des Sauerſtoffs ſich zuerſt und vorzugsweiſe auf das verbrennlichſte Element, den Waſſerſtoff, erſtreckt, ſo läßt ſich daraus nicht ſchließen, daß dem Kohlenſtoff abſolut die Fähigkeit mangle, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden, wenn jedes Theilchen davon in Berührung iſt mit Waſſerſtoff, der ſich leichter damit verbindet.

Wir wiſſen im Gegentheil, daß der Stickſtoff, welcher direct mit Sauerſtoff nicht verbunden werden kann, ſich zu Salpeterſäure oxydirt, wenn er, mit einer großen Menge Waſſerſtoffgas gemengt, im Sauerſtoffgas verbrannt wird. Hier wird offenbar durch den verbrennenden Waſſerſtoff ſeine Verwandtſchaft geſteigert, indem ſich die Verbrennung des Waſſerſtoffs auf den ihn berührenden Stickſtoff überträgt. Auf eine ähnliche Weiſe iſt es denkbar, daß in manchen Fällen ſich Kohlenſtoff direct mit Sauerſtoff zu Kohlenſäure oxydirt, indem er durch den verweſenden Waſſerſtoff eine Fähigkeit erhält, die er bei gewöhnlicher Temperatur für ſich nicht beſitzt; aber für die meiſten Fälle muß die Kohlenſäurebildung bei der Verweſung waſſerſtoffreicher Materien einer andern Urſache zugeſchrieben werden. Sie ſcheint auf ähnliche Art gebildet zu werden, wie die Eſſigſäure bei der Ver-

weſung des ſalicyligſauren Kali's. Dieſes Salz, der feuchten Luft ausgeſetzt, abſorbirt 3 Atome Sauerſtoff; es entſteht ein humusähnlicher Körper, die Melanſäure, in Folge deren Bildung ſich die Elemente von 1 At. Eſſigſäure von denen der ſalicyligen Säure trennen.

Bei der Berührung einer alkaliſchen Löſung von Hämatin mit Sauerſtoff abſorbiren 0,2 Grm. in zwei Stunden 28,6 Cubiccentimeter Sauerſtoffgas, wobei das Alkali einen Gehalt von 6 CC. Kohlenſäure empfängt (Chevreul); da dieſe 6 CC. Kohlenſäure nur ein gleiches Volumen Sauerſtoff enthalten, ſo geht aus dieſer Erfahrung mit Gewißheit hervor, daß $^3/_4$ des aufgenommenen Sauerſtoffs nicht an Kohlenſtoff getreten ſind. Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß mit der Oxydation ihres Waſſerſtoffs ein Theil des Kohlenſtoffs der Subſtanz ſich mit ihrem eigenen Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure von den übrigen Elementen getrennt hat.

Die Verſuche von Sauſſure über die Verweſung der Holzfaſer laſſen über eine ſolche Trennung kaum einen Zweifel zu. Feuchte Holzfaſer entwickelt nämlich für jedes Volumen Sauerſtoff, was davon aufgenommen wird, ein gleiches Volumen Kohlenſäure, welche, wie man weiß, das nämliche Volumen Sauerſtoff enthält. Da nun die Holzfaſer Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enthält, ſo iſt der Erfolg der Einwirkung des Sauerſtoffs gerade ſo, als wenn reine Kohle ſich direct mit Sauerſtoff verbunden hätte.

Das ganze Verhalten der Holzfaſer zeigt aber, daß die Elemente des Waſſers, welche Beſtandtheile davon ausmachen, nicht in der Form von Waſſer darin wirklich enthalten ſind; denn in dieſem Falle müßte man Stärke, Zucker und Gummi ebenfalls als Hydrate der Kohle betrachten.

Wenn aber der Waſſerſtoff nicht in der Form von Waſſer in der Holzfaſer vorhanden iſt, ſo kann man die directe Oxydation des Kohlenſtoffs neben dieſem Waſſerſtoff nicht annehmen, ohne in Widerſpruch mit allen Erfahrungen zu gerathen, die man über Verbrennungsproceſſe in niederer Temperatur gemacht hat.

Betrachten wir den Erfolg der Einwirkung des Sauerſtoffs auf eine waſſerſtoffreiche Materie, den Alkohol z. B., ſo ergiebt ſich mit unzweifelhafter Gewißheit, daß die directe Bildung der Kohlenſäure ſtets das letzte Stadium ihrer Oxydation iſt, und daß bis zu ihrem Auftreten die Materie eine gewiſſe Anzahl von Veränderungen durchlaufen hat, deren letzte eine völlige Verbrennung ihres Waſſerſtoffs iſt.

In dem Aldehyd, der Eſſigſäure, Ameiſenſäure, Oxalſäure und Kohlenſäure haben wir eine zuſammenhängende Reihe von Oxydationsproducten des Alkohols, in welcher man die Veränderungen durch die Einwirkung des Sauerſtoffs mit Leichtigkeit verfolgen kann. Der Aldehyd iſt Alkohol, minus Waſſerſtoff; die Eſſigſäure entſteht aus dem Aldehyd, indem ſich dieſer direct mit Sauerſtoff verbindet. Durch weiteres Hinzutreten von Sauerſtoff entſteht aus der Eſſigſäure Ameiſenſäure und Waſſer; wird aller Waſſerſtoff in der Ameiſenſäure hinweggenommen, ſo hat man Oxalſäure, und tritt zu dieſer eine neue Quantität Sauerſtoff hinzu, ſo verwandelt ſie ſich in Kohlenſäure.

Wenn nun auch bei der Einwirkung oxydirender Materien auf Alkohol alle dieſe Producte gleichzeitig aufzutreten ſcheinen, ſo bleibt doch kaum ein Zweifel, daß die Bildung des letzten Products, der Kohlenſäure, eine vorhergehende Hinwegnahme alles Waſſerſtoffs vorausſetzt.

In der Verweſung der trocknenden Oele iſt die Abſorption

des Sauerſtoffs offenbar nicht bedingt durch die Oxydation ihres Kohlenſtoffs, denn bei dem rohen Nußöl z. B., welches nicht frei war von Schleim oder anderen Stoffen, bildete ſich für 146 Volumen abſorbirten Sauerſtoff nur 21 Volumen kohlenſaures Gas (de Sauſſure).

Man muß erwägen, daß eine Verbrennung in niederer Temperatur in ihren Reſultaten ganz ähnlich iſt einer Verbrennung in höherer Temperatur bei beſchränktem Sauerſtoffzutritt. Das verbrennlichſte Element einer Verbindung, die man der Einwirkung des Sauerſtoffs ausſetzt, wird ſich zuerſt und vorzugsweiſe mit Sauerſtoff verbinden, und dieſe Verbrennlichkeit wird bedingt durch die Fähigkeit, bei einer Temperatur eine Verbindung mit dem Sauerſtoff einzugehen, in welcher die anderen Elemente ſich nicht damit verbinden. Dieſe Fähigkeit wirkt hier wie eine größere Verwandtſchaft.

Die Verbrennlichkeit des Kaliums iſt für uns kein Maßſtab für ſeine Verwandtſchaft zum Sauerſtoff; wir haben Grund zu glauben, daß Magneſium und Aluminium das Kalium in ihrer Anziehung zum Sauerſtoff übertreffen; aber beide oxydiren ſich nicht in der Luft und nicht im Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur, während Kalium das Waſſer mit der größten Heftigkeit zerſetzt und ſich ſeines Sauerſtoffs bemächtigt.

Phosphor und Waſſerſtoff verbinden ſich bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Sauerſtoff, der erſtere in feuchter Luft, der andere bei Berührung mit fein zertheiltem metalliſchen Platin; die Kohle bedarf der Glühhitze, um eine Verbindung mit dem Sauerſtoff einzugehen.

Es iſt evident, Phosphor und Waſſerſtoff ſind verbrennlicher als Kohle, ihre Verwandtſchaft zum Sauerſtoff iſt bei

gewöhnlicher Temperatur größer, und dieſer Schluß erleidet keine Aenderung durch die Erfahrung, daß die Kohle die Verwandtſchaft beider zum Sauerſtoff unter anderen Bedingungen bei weitem übertrifft.

Bei der Fäulniß ſind die Bedingungen, in denen die größere Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff ſich thätig zeigt, offenbar gegeben; Expanſion, Gaszuſtand oder Cohäſion wirken ihrer Aeußerung nicht entgegen, in der Verweſung ſind alle dieſe Hinderniſſe zu überwinden.

Das Auftreten der Kohlenſäure bei Verweſung vegetabiliſcher und thieriſcher Subſtanzen, welche reich ſind an Waſſerſtoff, muß hiernach einer ähnlichen Umſetzung der Elemente oder Störung ihrer Anziehung zugeſchrieben werden, wie die Bildung derſelben bei Gährung und Fäulniß. Indem der Waſſerſtoff der Subſtanz durch Verweſung hinweggenommen und oxydirt wird, trennen ſich von ihren übrigen Elementen Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure.

Bei dieſer Klaſſe von Materien iſt demnach die Verweſung eine Zerſetzung, ähnlich der Fäulniß ſtickſtoffhaltiger Materien.

Wir haben bei dieſen zwei Verwandtſchaften, die des Stickſtoffs zum Waſſerſtoff und die des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, durch welche unter geeigneten Umſtänden eine leichtere Spaltung der Elemente erfolgt; bei den Körpern, die unter Bildung von Kohlenſäure verweſen, ſind ebenfalls zwei Verwandtſchaften thätig, die des Sauerſtoffs der Luft zu dem Waſſerſtoff der Subſtanz, welche die Anziehung des Stickſtoffs zu dem nämlichen Elemente hier vertritt, und andrerſeits die Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zu dem Sauerſtoff der Subſtanz, die unter allen Umſtänden unverändert bleibt.

Bei der Fäulniß des Holzes auf dem Boden von Sümpfen trennt ſich von ſeinen Elementen Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure, ſein Waſſerſtoff in der Form von Kohlenwaſſerſtoff; in ſeiner Verweſung, in ſeiner Fäulniß beim Zutritt der Luft verbindet ſich ſein Waſſerſtoff nicht mit Kohlenſtoff, ſondern mit Sauerſtoff, zu dem er bei gewöhnlicher Temperatur eine weit größere Verwandtſchaft beſitzt.

Von dieſer vollkommnen Gleichheit der Action rührt es unſtreitig her, daß verweſende und faulende Körper ſich in ihrer Wirkung auf einander gegenſeitig erſetzen können.

Alle faulende Körper gehen bei ungehindertem Zutritt der Luft in Verweſung, alle verweſenden Materien in Fäulniß über, ſobald die Luft abgeſchloſſen wird.

Eben ſo ſind alle verweſende Körper fähig, die Fäulniß in anderen Körpern einzuleiten und zu erregen, auf dieſelbe Weiſe, wie dies von anderen faulenden geſchieht.

Verweſung ſtickſtofffreier Körper. Eſſigbildung.

Alle Materien, welche, wie man gewöhnlich annimmt, die Fähigkeit beſitzen, von ſelbſt in Gährung und Fäulniß überzugehen, erleiden in der That bei näherer Betrachtung dieſe Zuſtände der Zerſetzung ohne eine vorangegangene Störung nicht. Es tritt zuerſt Verweſung ein, ehe ſie in Fäulniß oder Gährung übergehen, und erſt nach Abſorption einer gewiſſen Menge Sauerſtoff beginnen die Zeichen einer im Innern der Materien vorgehenden Metamorphoſe.

Es giebt kaum einen Irrthum, welcher mehr verbreitet iſt, als die Meinung, daß organiſche Subſtanzen ſich ſelbſt überlaſſen, ohne äußere Urſache, ſich zu verändern vermögen. Wenn ſie nicht ſelbſt ſchon im Zuſtande der Veränderung begriffen ſind, ſo bedarf es ſtets einer Störung in dem Zuſtande des Gleichgewichts, in dem ſich ihre Elemente befinden, und die allgemeinſte Veranlaſſung zu dergleichen Störungen, die verbreitetſte Urſache iſt unſtreitig die Atmoſphäre, welche alle Körper umgiebt.

Der am leichteſten veränderliche Pflanzenſaft in der Frucht oder dem Pflanzentheil, vor der unmittelbaren Berührung mit dem Sauerſtoff der Luft geſchützt, behält ſo lange ſeine Eigenſchaften unverändert bei, als die Materie der Zelle oder des Organs dieſer Einwirkung widerſteht; erſt nach erfolgter Berührung mit der Luft, erſt nach Abſorption einer

gewiſſen Menge Sauerſtoff zerlegen ſich die in der Flüſſigkeit gelöſ'ten Materien.

Die ſchönen Verſuche Gay-Luſſac's über die Gährung des Traubenſaftes, ſowie die überaus wichtigen Anwendungen, zu denen ſie geführt haben, ſind die beſten Belege für den Antheil, den die Atmoſphäre an den Veränderungen organiſcher Subſtanzen nimmt.

Der Saft von Weintrauben, welcher durch Auspreſſen unter einer mit Queckſilber gefüllten Glocke bei Abſchluß Luft erhalten worden war, kam nicht in Gährung.

Die kleinſte Menge hinzutretender Luft brachte, unter Abſorption einer gewiſſen Menge Sauerſtoffgas, augenblicklich die Gährung hervor.

Wurde der Traubenſaft bei Zutritt der Luft ausgepreßt, durch die Berührung alſo mit Sauerſtoff die Bedingung gegeben, in Gährung überzugehen, ſo trat dennoch keine Gährung ein, wenn der Saft in verſchloſſenen Gefäßen bis zum Siedepunkte des Waſſers erhitzt worden war; er ließ ſich in dieſem Zuſtande vor der Luft geſchützt Jahre lang aufbewahren, ohne ſeine Fähigkeit, in Gährung überzugehen, verloren zu haben. Dieſe Fähigkeit erhielt er wieder bei erneuerter Berührung mit der Luft.

Fleiſchſpeiſen jeder Art, die am leichteſten veränderlichen Gemüſe gerathen nicht in Fäulniß, wenn ſie in luftdicht verſchloſſenen Gefäßen der Siedhitze des Waſſers ausgeſetzt werden; man hat Speiſen dieſer Art nach 15 Jahren in demſelben Zuſtande der Friſche und des Wohlgeſchmacks bei dem Eröffnen wiedergefunden, den ſie bei dem Einfüllen beſaßen.

Man kann ſich über die Wirkungsweiſe des Sauerſtoffs in dieſen Zerſetzungsproceſſen nicht täuſchen; ſie beruht in der Veränderung, welche in dem Traubenſafte und den Pflan-

zenſäften die aufgelöſ'ten ſtickſtoffhaltigen Materien erfahren, in dem Zuſtande der Entmiſchung, in welchen ſie in Folge der Berührung mit dem Sauerſtoff übergehen.

Der Sauerſtoff wirkt hierbei ähnlich, wie Reibung, Stoß, oder Bewegung, welche gegenſeitige Zerſetzung zweier Salze, welche das Kryſtalliſiren einer geſättigten Salzauflöſung, das Explodiren von Knallſilber bewirken, er veranlaßt die Aufhebung des Zuſtandes der Ruhe und vermittelt den Uebergang in den Zuſtand der Bewegung.

Iſt dieſer Zuſtand einmal eingetreten, ſo bedarf es ſeiner Gegenwart nicht mehr. Das kleinſte Theilchen des ſich zerſetzenden, des ſich umſetzenden ſtickſtoffhaltigen Körpers wirkt an ſeiner Stelle, die Bewegung fortpflanzend, auf das neben ihm liegende. Die Luft kann abgeſchloſſen werden, und die Gährung oder Fäulniß geht ununterbrochen bis zu ihrer Vollendung fort. Der Aldehyd nimmt an der Luft Sauerſtoff auf, er geht durch Verweſung in Eſſigſäure über; wird die Luft abgeſchloſſen, ſo dauert die eingetretene Störung fort, er verwandelt ſich durch Umſetzung ſeiner Elemente in zwei Verbindungen von ſehr ungleichen Eigenſchaften, aber gleicher Zuſammenſetzung.

Unter den Bedingungen zur Einleitung der Verweſung können als chemiſche die Berührung mit Ammoniak und mit Alkalien im Allgemeinen bezeichnet werden, da ſie bei vielen Materien eine Abſorption des Sauerſtoffs bewirken, wodurch eine Zerſetzung herbeigeführt wird, die ſie für ſich, in Berührung mit dem Alkali oder dem Sauerſtoff allein, nicht erfahren.

So verbindet ſich der Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit dem Sauerſtoff der Luft, eine Auflöſung von Kalihydrat in Alkohol färbt ſich hingegen unter raſcher Sauer-

ſtoffaufnahme gelb und braun, man findet nach einiger Zeit Eſſigſäure, Ameiſenſäure und die Zerſetzungsproducte des Aldehyds durch Alkalien, zu denen der harzartige Körper gehört, welcher die Flüſſigkeit braun färbt.

Die allgemeinſte Bedingung zur Einleitung der Verweſung in organiſchen Stoffen iſt Berührung mit einem in Verweſung oder Fäulniß begriffenen Körper; der Ausdruck einer wahren Anſteckung iſt hier um ſo bezeichnender, da in der That eine Uebertragung des Zuſtandes der Verbrennung das Reſultat der Berührung iſt.

Es iſt das verweſende Holz, was das friſche in den nämlichen Zuſtand verſetzt, es iſt die höchſt fein zertheilte verweſende Holzfaſer, welche in den befeuchteten Galläpfeln die darin enthaltene Gerbſäure ſo raſch in Gallusſäure überführt.

Das merkwürdigſte und entſcheidendſte Beiſpiel von der Uebertragung des Zuſtandes der Verbrennung iſt von Sauſſure beobachtet worden. Es iſt erwähnt worden, daß angefeuchtete, in Verweſung und Gährung übergegangene Holzfaſer, Baumwolle, Seide, Gartenerde das umgebende Sauerſtoffgas in kohlenſaures Gas ohne Aenderung des Volumens verwandeln. Sauſſure ſetzte dem Sauerſtoffgas eine gewiſſe Menge Waſſerſtoffgas zu, und es zeigte ſich von dem Augenblick an eine Raumverminderung, von dem Waſſerſtoffgas war eine gewiſſe Quantität verſchwunden und mit dieſem eine Portion Sauerſtoffgas, und zwar ohne Bildung einer dieſem Sauerſtoffgas entſprechenden Menge Kohlenſäure. Waſſerſtoff und Sauerſtoff waren beide in dieſem Verhältniß verſchwunden, in welchem ſie ſich zu Waſſer verbinden, es erfolgte alſo eine wahre Verbrennung des Waſſerſtoffs durch die bloße Berührung mit verweſenden Mate-

rien. Ihre Wirkung war in ihrem Reſultate ganz ähnlich der des fein zertheilten Platins, aber die Verſchiedenheit in der Urſache, durch die ſie bedingt wurde, zeigte ſich ſchon darin, daß ein gewiſſes Volumen Kohlenoxyd, welches die Wirkung des Platins auf das Knallgas völlig vernichtet, in keiner Beziehung die Verbrennung des Waſſerſtoffs in Berührung mit den verweſenden Materien verhinderte.

Alle die Fäulniß aufhebenden Subſtanzen vernichteten in Sauſſure's Verſuchen die Eigenſchaft der gährenden Materien. Die nämlichen Subſtanzen beſaßen ſie für ſich ebenfalls nicht, bevor ſie in Gährung und Verweſung übergegangen waren.

Man denke ſich an die Stelle des Waſſerſtoffgaſes, was ſich in Sauſſure's Verſuchen in Berührung mit den verweſenden organiſchen Stoffen befand, den Dampf einer waſſerſtoffreichen flüchtigen Subſtanz, ſo weiß man, daß der Waſſerſtoff derſelben in dem Zuſtande der Verdichtung, in welchem er in der Verbindung ſelbſt der Wirkung des Sauerſtoffs ſich darbietet, eine noch bei weitem raſchere Oxydation erfährt; dieſer Waſſerſtoff wird eine noch raſchere Verbrennung erfahren. Wir finden in der That in der Schnelleſſigfabrikation alle Bedingungen zur Verweſung des Alkohols und zu ſeiner Verwandlung in Eſſigſäure.

Der Alkohol wird der Einwirkung des Sauerſtoffs bei einer erhöhten Temperatur und einer außerordentlich vergrößerten Oberfläche dargeboten, aber dieſe Bedingungen ſind nicht hinreichend, um ſeine Oxydation zu bewirken. Der Alkohol muß ſich in Berührung mit verweſendem Holze befinden, oder eine durch den Sauerſtoff der Luft leicht veränderliche Materie enthalten, welche entweder durch den bloßen Contact mit dem Sauerſtoff in Verweſung übergeht,

oder die durch ihre Fäulniß und Gährung Producte liefert, welche dieſe Eigenſchaft beſitzen.

Eine kleine Quantität Bier, in Säuerung begriffener Wein, ein Malzabſud, Honig, zahlloſe Materien dieſer Art können ſich in ihrer Wirkung hier erſetzen.

Die Verſchiedenheit der Subſtanzen bei derſelben Wirkungsweiſe beweiſ't hier, daß keine von ihnen einen Stoff enthalten kann, welcher als Erreger der Verweſung wirkt, ſie ſind nur Träger einer Thätigkeit, die ſich über die Sphäre ihrer eigenen Anziehungen hinaus erſtreckt, es iſt der Zuſtand ihrer eigenen Zerſetzung und Verweſung, welcher den gleichen Zuſtand, die nämliche Thätigkeit den Atomen des Alkohols ertheilt, gerade ſo, wie in einer Legirung von Platin mit Silber das erſtere die Fähigkeit, ſich mit Sauerſtoff zu vereinigen, durch das Silber erhält, und zwar durch den Act ſeiner eigenen Oxydation; der Waſſerſtoff des Alkohols oxydirt ſich in dem Eſſigbildungsproceß, unter bemerkbarer Wärmeentwickelung auf Koſten des berührenden Sauerſtoffs, zu Waſſer, es entſteht Aldehyd, welcher mit derſelben Begierde, wie ſchweflige Säure, ſich direct mit Sauerſtoff zu Eſſigſäure verbindet.

Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien. Salpeterbildung.

Wenn man in Beziehung auf die Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien die Erfahrungen mit zu Hülfe nimmt, welche man bei Verbrennungen ſtickſtoffhaltiger Materien gemacht hat, ſo weiß man, daß in höheren Temperaturen der Stickſtoff nie direct eine Verbindung mit dem Sauerſtoff eingeht. Die ſtickſtoffhaltigen organiſchen Subſtanzen enthalten ohne Ausnahme Kohlen- und Waſſerſtoff, die beide zum Sauerſtoff eine überwiegende Anziehung haben.

Bei ſeiner ſchwachen Verwandtſchaft zum Sauerſtoff befindet ſich der Stickſtoff neben dieſem in derſelben Lage, wie ein Uebermaß von Kohle bei Verbrennung ſehr waſſerſtoffreicher Subſtanzen, ſowie bei dieſen ſich hierbei Kohlenſtoff in Subſtanz ausſcheidet, ſo iſt die Verbrennung ſtickſtoffhaltiger Materien ſtets von einer Abſcheidung von reinem Stickſtoff begleitet.

Ueberläßt man eine feuchte ſtickſtoffhaltige thieriſche Materie der Einwirkung der Luft, ſo bemerkt man unter allen Umſtänden ein Freiwerden von Ammoniak, nie wird hierbei Salpeterſäure gebildet.

Bei Gegenwart von Alkalien und alkaliſchen Baſen geht unter denſelben Umſtänden eine Verbrennung des Stickſtoffs vor ſich, unter anderen Oxydationsproducten bilden ſich ſalpeterſaure Salze.

Obwohl wir in den großen Zerſetzungsproceſſen, welche in der Natur vor ſich gehen, ſtets die einfachſten Mittel und die directeſten Wege in Anwendung und Thätigkeit ſehen, ſo finden wir deſſenungeachtet, daß das letzte Reſultat ſtets an eine Aufeinanderfolge von Actionen geknüpft iſt, und daß dieſe Succeſſion von Erſcheinungen weſentlich von der chemiſchen Natur der Körper abhängt.

Wenn wir beobachten, daß in einer Reihe von Erſcheinungen ſich der Charakter einer Subſtanz ſtets gleich bleibt, ſo haben wir keinen Grund, einen neuen Charakter zu erfinden, um eine einzelne Erſcheinung zu erklären, deren Erklärung nach den bekannten Erfahrungen keine Schwierigkeiten darbietet.

Die ausgezeichnetſten Naturforſcher nehmen an, daß der Stickſtoff einer thieriſchen Materie, bei Gegenwart von Waſſer, einer alkaliſchen Baſe und hinreichendem Zutritt von Sauerſtoff ſich direct und unmittelbar mit dem Sauerſtoff zu Salpeterſäure zu verbinden vermag, allein, wie ſchon oben erwähnt, wir haben keine einzige Erfahrung, wodurch ſich dieſe Meinung rechtfertigen ließe. Nur durch Vermittelung eines großen Uebermaßes von brennendem Waſſerſtoff geht das Stickgas in ein Oxyd des Stickſtoffs über.

Verbrennen wir eine Kohlenſtickſtoff-, eine Cyanverbindung in reinem Sauerſtoffgas, ſo oxydirt ſich der Kohlenſtoff allein, leiten wir Cyangas über glühende Metalloxyde, ſo wird nur in ſeltenen Fällen ein Oxyd des Stickſtoffs gebildet, und niemals in dem Fall, wenn Kohlenſtoff im Uebermaß zugegen iſt. Nur wenn es mit einem Ueberſchuß von Sauerſtoffgas gemengt über glühenden Platinſchwamm geleitet wird, erzeugte ſich in Kuhlmann's Verſuchen Salpeterſäure.

Die Fähigkeit, ſich mit Sauerſtoff direct zu verbinden, beobachten wir aber an dem reinen Stickgas nicht; ſelbſt unter den günſtigſten Bedingungen bei Anwendung von Platinſchwamm in graduell verſchiedenen Temperaturen war Kuhlmann nicht im Stande, ſeine Oxydation zu bewerkſtelligen.

Der Kohlenſtoff in dem Cyangas war demnach der Vermittler der Verbrennung des Stickſtoffs.

Wir beobachten auf der andern Seite, daß die Verbindung des Stickſtoffs mit Waſſerſtoff, das Ammoniak, einer Einwirkung des Sauerſtoffs nicht ausgeſetzt werden kann, ohne ein Oxyd des Stickſtoffs und in Folge deſſen Salpeterſäure zu bilden.

Gerade die Leichtigkeit, mit welcher der Stickſtoff in der Form von Ammoniak ſich in Salpeterſäure verwandelt, iſt die Urſache von der einzigen und großen Schwierigkeit, der wir in der Analyſe bei der Beſtimmung des Stickſtoffs in Stickſtoffverbindungen begegnen, in denen dieſer Körper entweder in der Form von Ammoniak zugegen iſt, oder aus denen er ſich bei Erhöhung der Temperatur als Ammoniak entwickelt. Wir bekommen ihn ganz oder zum Theil in der Form von Stickoxyd wieder, wenn dieſes Ammoniak von dem glühenden Kupferoxyde verbrannt wird.

Leiten wir Ammoniakgas über glühendes Manganhyperoxyd oder Eiſenoxyd, ſo erhalten wir bei Ueberſchuß von Ammoniak eine reichliche Menge von ſalpeterſaurem Ammoniak; daſſelbe geſchieht, wenn Ammoniak und Sauerſtoffgas über glühenden Platinſchwamm geleitet werden.

Nur in ſeltenen Fällen vereinigt ſich alſo bei Verbrennungen der Stickſtoff in Kohlenſtickſtoffverbindungen mit dem Sauerſtoff; dies geſchieht in allen, wo Ammoniak verbrennt; ſtets wird hierbei Salpeterſäure gebildet.

Die Urſache, warum der Stickſtoff in der Form von Ammoniak eine ſo hervorſtechende Neigung zeigt, in Salpeterſäure überzugehen, liegt unſtreitig darin, daß in der Oxydation der Beſtandtheile des Ammoniaks zwei Producte gebildet werden, die ſich mit einander zu verbinden vermögen. Dies iſt nicht der Fall bei der Verbrennung von Kohlenſtickſtoffverbindungen; bei dieſen wird Kohlenſäure gebildet, und abgeſehen von der größern Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, muß die Bildung der gasförmigen Kohlenſäure der Oxydation des Stickſtoffs ſchon dadurch entgegenwirken, daß ſie ſeine Berührung mit dem Sauerſtoff hindert.

Bei der Verbrennung von Ammoniak, bei hinreichendem Sauerſtoffzutritt entſteht neben der Salpeterſäure Waſſer, mit dem ſie ſich verbindet; ein Körper, von dem man ſagen kann, daß er die Salpeterſäurebildung bedingt, inſofern die Salpeterſäure ohne Waſſer nicht zu beſtehen vermag.

Beachtet man nun, daß die Verweſung eine Fäulniß iſt, nur inſofern von der gewöhnlichen Fäulniß verſchieden, als der Sauerſtoff der Luft Antheil an den vorgehenden Metamorphoſen nimmt; erwägt man, daß bei der Umſetzung der Elemente ſtickſtoffhaltiger Körper der Stickſtoff ſtets die Form von Ammoniak annimmt, daß unter allen Stickſtoffverbindungen, die man kennt, das Ammoniak den Stickſtoff in einer Form enthält, in welcher ſeine Neigung, ſich zu oxydiren, entſchieden größer iſt, als in allen anderen Stickſtoffverbindungen, ſo läßt ſich wohl ſchwerlich dem Schluſſe etwas entgegenſetzen, daß das Ammoniak die Quelle iſt von der Salpeterſäurebildung auf der Oberfläche der Erde.

Die ſtickſtoffhaltigen thieriſchen Materien ſind hiernach nicht die Bedinger, ſondern nur die Vermittler der Salpeter-

ſäureerzeugung, ſie wirken, indem ſie langſam andauernde Quellen von Ammoniak darſtellen*).

Durch das in der Atmoſphäre vorhandene Ammoniak können ſich ſalpeterſaure Salze in Materien bilden, die keine ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen enthalten; wir wiſſen, daß die meiſten poröſen Subſtanzen die Fähigkeit haben, Ammoniak in Menge zu verdichten, da es wenige Eiſenerze giebt, die beim Glühen nicht ammoniakaliſche Producte entwickeln, daß die Urſache des Geruches, den man beim Anhauchen der thonigen Mineralien bemerkt, in ihrem Ammoniakgehalt beruht; wir haben, wie man ſieht, in dem Ammoniak eine höchſt verbreitete Urſache der Salpeterbildung in der Atmoſphäre, die überall ſich thätig zeigt, wo die Bedingungen zur Oxydation des Ammoniaks ſich vereinigen. Es iſt wahrſcheinlich, daß andere in Verweſung begriffene organiſche Subſtanzen die Verbrennung des Ammoniaks vermitteln, wenigſtens ſind die Fälle ſelten, wo ſich Salpeterſäure aus Ammoniak erzeugt unter Umſtänden, wo alle der Verweſung fähigen Materien fehlen.

Aus den vorhergegangenen Betrachtungen über die Urſachen der Gährung, Fäulniß und Verweſung ergeben ſich einige Anwendungen für die Berichtigung der gewöhnlichen Anſichten über Wein- und Biergährung und über mehrere in der Natur vorgehende umfaſſende Zerſetzungsproceſſe.

*) Nach der Beobachtung von Collard de Martigny geht Ammoniak bei Berührung mit Kalkhydrat und Luft direct und ohne alle Mitwirkung einer andern verweſenden Subſtanz in Salpeterſäure über.

Wein- und Biergährung.

Es ist erwähnt worden, daß der Traubensaft beim Zutritt der Luft in Gährung geräth, und daß die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bis zu seinem Verschwinden fortschreitet, ohne daß die Luft weitern Antheil an dieser Metamorphose nimmt.

Neben dem Alkohol und der Kohlensäure beobachtet man als ein anderes Product der Gährung des Saftes eine gelbliche oder graue unauflösliche Substanz, welche reich ist an Stickstoff; es ist dies der Körper, welcher die Fähigkeit besitzt, in frischem Zuckerwasser wieder Gährung hervorzubringen, das sogenannte Ferment.

Wir wissen, daß der Alkohol und die Kohlensäure den Elementen des Zuckers und das Ferment den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Saftes seinen Ursprung verdankt. Diese stickstoffhaltigen Bestandtheile haben den Namen Kleber oder vegetabilisches Eiweiß erhalten.

Nach den Versuchen von Sauſſure entwickelt frischer unreiner Kleber nach 5 Wochen sein 28faches Volumen Gas, welches zu $^3/_4$ aus Kohlensäure und zu $^1/_4$ aus reinem kohlenfreien Wasserstoffgase besteht; es bilden sich dabei Ammoniaksalze mehrerer organischer Säuren. Bei der Fäulniß des Klebers wird also Wasser zersetzt, dessen Sauerstoff in Verbindung tritt, während sein Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird; das letztere geschieht nur in Zersetzungsprocessen der energischsten Art; Ferment oder eine ihm ähnliche Materie wird hierbei nicht

gebildet, eben so wenig beobachtet man bei der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften ein Auftreten von Wasserstoffgas.

Man beobachtet leicht, daß die Veränderung des Klebers für sich und seine Zersetzung in den Pflanzensäften, in welchen er gelöst ist, zwei verschiedenen Metamorphosen angehört. Man hat Gründe, zu glauben, daß sein Uebergang in den unlöslichen Zustand von einer Sauerstoffaufnahme herrührt; denn seine Abscheidung kann unter gewissen Bedingungen durch ungehinderten Luftzutritt ohne Gegenwart von gährendem Zucker bewirkt werden, und man weiß, daß die Berührung des Trauben- oder Pflanzensaftes mit der Luft, ehe die Gährung eintritt, eine Trübung, eine Bildung nämlich eines unlöslichen Niederschlags, von der Beschaffenheit des Ferments, zur Folge hat.

An den Erscheinungen, die wir bei der Gährung der Bierwürze beobachten, ergiebt sich mit zweifelloser Gewißheit, daß das Ferment aus dem Kleber während und in der Metamorphose des Zuckers gebildet wird; denn die Bierwürze enthält den stickstoffhaltigen Körper des Getreides, den man Kleber nennt, in dem nämlichen Zustande, wie er im Traubensaft vorhanden ist; durch zugesetztes Ferment wird die Bierwürze in Gährung versetzt, allein nach vollendeter Zersetzung hat sich seine Quantität um das Dreißigfache vermehrt.

Bier- und Weinhefe zeigen, mit geringen Verschiedenheiten unter dem Mikroskope betrachtet, einerlei Form und Beschaffenheit, sie zeigen einerlei Verhalten gegen Alkalien und Säuren, sie besitzen einerlei Fähigkeit, Gährung in Zuckerwasser auf's Neue einzuleiten, man muß sie als identisch betrachten.

Die Zerſetzung des Waſſers, bei der Fäulniß des Klebers, iſt eine völlig bewieſene Thatſache, und in welcher Form er ſich auch zerſetzen mag, ob im gelöſ'ten oder ungelöſ'ten Zuſtande, das Streben ſeiner kohlenſtoffhaltigen Beſtandtheile, ſich des Sauerſtoffs des Waſſers zu bemächtigen, dieſes Streben iſt ſtets vorhanden, und wenn, wie alle Erfahrungen zu beweiſen ſcheinen, ſein Uebergang in den unlöslichen Zuſtand in Folge einer Oxydation geſchieht, ſo muß der Sauerſtoff, der hierzu verwendet wird, von den Elementen des Waſſers oder von dem Zucker genommen werden, welcher Sauerſtoff und Waſſerſtoff in dem nämlichen Verhältniß wie im Waſſer enthält. Dieſer Sauerſtoff wird in der Wein- und Biergährung keineswegs von der Atmoſphäre genommen.

Die Gährung des reinen Zuckers in Berührung mit Wein- oder Bierhefe iſt, wie man ſieht, ſehr verſchieden von der Gährung des Traubenſaftes oder der Bierwürze.

In der erſtern verſchwindet die Hefe mit der Zerſetzung des Zuckers, in der andern geht neben der Metamorphoſe des Zuckers eine Metamorphoſe des Klebers vor ſich, in Folge welcher, als erſtes Product, Ferment erzeugt wird. In dem einen Falle wird die Hefe alſo zerſtört, in dem andern wird ſie gebildet.

Da nun unter den Producten der Bier- und Weingährung freies Waſſerſtoffgas nicht nachweisbar iſt, ſo iſt klar, daß, da die Oxydation des Klebers, ſein Uebergang in Ferment, nur auf Koſten des Sauerſtoffs des Waſſers, oder auf Koſten des Sauerſtoffs des Zuckers geſchehen kann, der freiwerdende Waſſerſtoff des Waſſers neue Verbindungen eingegangen ſein muß, oder durch Desoxydation des Zuckers waſſerſtoffreiche oder ſauerſtoffarme Verbindungen entſtanden ſein müſſen, die den Kohlenſtoff des Zuckers enthalten.

In der That ist es eine wohlbekannte Erfahrung, daß der Wein, daß gegohrene Flüssigkeiten überhaupt neben dem Alkohol noch andere Producte enthalten, Materien, welche vor der Gährung des Traubensaftes oder der zuckerhaltenden Flüssigkeiten darin nicht nachweisbar waren und sich auf eine ähnliche Art, wie der Mannit, während der Gährung gebildet haben müssen. Wir wissen, daß der Geruch, der Geschmack, welcher den Wein von allen gegohrenen Flüssigkeiten unterscheidet, daß er einem Aether, einer flüchtigen, höchst brennbaren Säure von ölartiger Beschaffenheit, dem Oenanthsäureäther angehört, wir wissen, daß Getreide- und Kartoffelbranntwein ihren Geruch und Geschmack eigenthümlichen öligen Materien verdanken, die unter dem Namen Fuselöle bekannt sind, ja daß die letzteren dem Alkohol in ihren chemischen Eigenschaften näher stehen, als allen anderen organischen Substanzen.

Diese Körper sind Producte von Desoxydationsprocessen der in den gährenden Flüssigkeiten gelöst'en Materien, sie enthalten weniger Sauerstoff, als der Zucker oder Kleber, sie zeichnen sich durch einen großen Gehalt an Wasserstoff aus.

In der Oenanthsäure haben wir, bei einer großen Differenz in dem Sauerstoffgehalte, Kohlenstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß von gleichen Aequivalenten, also genau wie im Zucker; in dem Fuselöl der Kartoffeln finden wir viel mehr Wasserstoff, als diesem Verhältniß entspricht.

So wenig man auch zweifeln kann, daß diese flüchtigen Flüssigkeiten, in Folge eines gegenseitigen Aufeinanderwirkens der Elemente des Zuckers und Klebers, in Folge also einer wahren Fäulniß entstanden sind, so haben auf ihre Bildung und Eigenthümlichkeit nichts desto weniger noch andere Ursachen Einfluß gehabt.

Die riechenden und schmeckenden Bestandtheile des Weins erzeugen sich in der Gährung solcher Traubensäfte, welche einen gewissen Gehalt besitzen an Weinsäure; sie fehlen in allen Weinen, welche frei sind von Säuren, oder welche eine andere organische Säure, z. B. Essigsäure, enthalten.

Die südlichen Weine besitzen keinen Weingeruch, in den französischen Weinen tritt er entschieden hervor, in den Rheinweinen ist er am stärksten. Die Traubensorten am Rhein, welche am spätesten und nur in seltenen Fällen vollkommen reif werden, der Rießling und Orleans, besitzen den stärksten Weingeruch, das hervorstechendste Bouquet, sie sind verhältnißmäßig reich an Weinsäure. Die früh reifenden Traubensorten, der Ruländer und andere, sind reicher an Alkohol, in ihrem Geschmacke ähnlich den spanischen Weinen, allein sie haben kein Bouquet.

Die am Cap reifenden, von dem Rhein aus verpflanzten Rießlinge geben einen vortrefflichen Wein, allein er besitzt das Aroma nicht, was den Rheinwein auszeichnet.

Man sieht leicht, daß Säure und Weingeruch zu einander in einer bestimmten Beziehung stehen, beide sind stets neben einander vorhanden, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gegenwart der erstern von bestimmtem Einfluß war bei der Bildung des Bouquets.

Am deutlichsten zeigt sich dieser Einfluß bei der Gährung von Flüssigkeiten, in welchen alle Weinsäure fehlt, namentlich in solchen, welche sehr nahe neutral oder alkalisch sind, wie namentlich bei der Gährung von Kartoffeln- oder Getreidemaische.

Der Kartoffel- und Getreidebranntwein enthält eine den ätherischen Oelen ähnliche Verbindung, die diesen Flüssigkeiten ihren eigenthümlichen Geschmack ertheilt. Diese

Materie erzeugt ſich in der Gährung der Maiſche, ſie iſt in der gegohrenen Flüſſigkeit fertig gebildet vorhanden, denn durch die bloße Erhöhung der Temperatur deſtillirt ſie mit den Alkoholdämpfen über.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß mit der Neutralität der Maiſche, bei Zuſatz von Aſche, kohlenſaurem Kalk, die Quantität des gebildeten Alkohols bis zu einem gewiſſen Grade zunimmt, aber mit einer größern Ausbeute an Branntwein wächſt ſein Gehalt an Fuſelöl.

Man weiß überdies, daß der Branntwein aus Kartoffelſtärke, nach vorangegangener Verwandlung in Zucker durch verdünnte Schwefelſäure, völlig frei von Fuſelöl iſt, daß mithin dieſe Subſtanz in Folge einer Veränderung erzeugt wird, welche der Faſerſtoff der Kartoffeln während der Gährung erfährt.

Unleugbare Erfahrungen beweiſen, daß die gleichzeitige Fäulniß oder Gährung dieſes Faſerſtoffs, in Folge welcher Fuſelöl erzeugt wird, bei dem Getreidebranntwein vermieden werden kann *).

Das nämliche Malz, welches in der Branntweinbereitung ein Fuſelöl haltiges Deſtillat giebt, liefert in der Bierbereitung eine ſpirituöſe Flüſſigkeit, welche keine Spur Fuſelöl enthält; der Hauptunterſchied bei der Gährung beider liegt darin, daß in der Gährung der Bierwürze eine aromatiſche Subſtanz zugeſetzt wird, der Hopfen, und es iſt gewiß, daß ſein Vorhandenſein eine Aenderung in den vorhergehenden Metamorphoſen bedingt hat. Wir wiſſen, daß das

*) In der Fabrik des Herrn Dubrunfaut wurde unter gewiſſen Umſtänden eine ſo beträchtliche Menge Fuſelöl aus Kartoffelbranntwein erhalten, daß es zum Beleuchten des ganzen Fabriklocals benutzt werden konnte.

ätherische Oel des Senfs, so wie brenzliche Oele, die Gährung des Zuckers, den Einfluß der sich zerlegenden Hefe gänzlich vernichten. Das ätherische Oel des Hopfens besitzt diese Eigenschaft nicht, aber es vermindert in hohem Grade den Einfluß von sich zersetzenden stickstoffhaltigen Materien auf die Verwandlung des Weingeistes in Essig, und man hat mithin Grund zu glauben, daß es aromatische Substanzen giebt, durch deren Zusatz zu Gährmischungen die mannichfaltigsten Aenderungen in der Natur der sich erzeugenden Producte hervorgebracht werden können.

Welche Meinung man auch über die Entstehung der flüchtigen, riechenden Materien in der Weingährung haben mag, so viel ist gewiß, der Weingeruch rührt von dem Aether einer organischen, den fetten Säuren ähnlichen Säure her, die sich während der Gährung bildet.

Nur in Flüssigkeiten, welche andere leicht lösliche Säuren enthalten, sind die fetten Säuren, ist die Oenanthsäure fähig, eine Verbindung mit dem Aether des Alkohols einzugehen, d. h. Geruch zu erzeugen. Wir finden diesen Aether in allen Weinen, welche freie Säure enthalten, er fehlt in den Weinen, welche frei sind von Säuren; diese Säure war mithin den Geruch vermittelnd, ohne ihr Vorhandensein würde sich kein Oenanthäther gebildet haben.

Das Fuselöl des Getreidebranntweins besteht zum größten Theil aus einer nicht ätherificirten fetten Säure; es löst Kupferoxyd, überhaupt Metalloxyde auf und kann durch Alkalien gebunden werden.

Der Hauptbestandtheil dieses Fuselöls ist eine der Oenanthsäure in ihrer Zusammensetzung identische, in ihren Eigenschaften aber verschiedene Säure (Mulder). Es wird in gährenden Flüssigkeiten gebildet, welche, wenn sie sauer

reagiren, nur Eſſigſäure enthalten, eine Säure, welche auf die Aetherbildung anderer Säuren ohne Einfluß iſt.

Das Fuſelöl des Kartoffelbranntweins iſt das Hydrat einer organiſchen Baſe, ähnlich dem Aether, fähig alſo, mit Säuren Verbindungen einzugehen; es wird in gährenden Flüſſigkeiten in vorzüglicher Menge gebildet, welche neutral oder ſchwach alkaliſch ſind, unter Umſtänden alſo, wo es an und für ſich unfähig iſt, eine Verbindung mit einer Säure einzugehen.

Unter den Producten der Gährung und Fäulniß neutraler Pflanzenſäfte, Pflanzen- und Thierſtoffe bemerkt man ſtets die Gegenwart flüchtiger, meiſt übelriechender Materien, aber das evidenteſte und merkwürdigſte Beiſpiel von der Erzeugung eines wahren ätheriſchen Oels liefert die Gährung des Zuckers in höherer Temperatur bei Berührung mit faulendem Käſe, wobei ſich Butterſäure erzeugt (Pelouze), ſo wie die Gährung des vollkommen geruchloſen Krautes von Centaurium minus. Mit Waſſer einer etwas erhöhten Temperatur ausgeſetzt, geht es in Gährung über, die ſich durch einen durchdringenden angenehmen Geruch zu erkennen giebt (Büchner).

Durch Deſtillation erhält man aus dieſer Flüſſigkeit eine ätheriſche ölige Subſtanz von großer Flüchtigkeit, welche ſtechenden Reiz und Thränen der Augen hervorbringt (Büchner).

Wir wiſſen, daß in den meiſten Blüthen und Pflanzenſtoffen, wenn ſie riechen, dieſer Geruch einem darin vorhandenen ätheriſchen Oel angehört, allein es iſt eine nicht minder poſitive Erfahrung, daß andere nur inſofern riechen, als ſie ſich verändern, oder als ſie ſich in Zerſetzung befinden.

Das Arſen, die arſenige Säure, ſind beide geruchlos, nur in dem Act ſeiner Oxydation verbreitet es den penetranteſten

Knoblauchgeruch; so riechen Hollunderbeerenöl, viele Terpenthinölsorten, Citronenöl nur in dem Act ihrer Oxydation, ihrer Verwesung; dasselbe ist der Fall bei vielen Blüthen, und beim Moschus hat Geiger bewiesen, daß er seinen Geruch einer fortschreitenden Fäulniß und Verwesung verdankt.

Daher mag es denn auch kommen, daß in der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften das eigenthümliche Princip vieler Pflanzenstoffe, dem ihr Geruch angehört, erst gebildet und entwickelt wird, wenigstens reichen kleine Quantitäten von Veilchen-, Hollunder-, Linden- und Schlüsselblumenblüthen, wenn sie während der Gährung zugesetzt werden, hin, der gegohrenen Flüssigkeit den stärksten Geruch und Geschmack nach diesen Materien mitzutheilen, ein Resultat, was man durch Zusatz eines Destillats von hundertmal größeren Mengen nicht erzielt. In Baiern ganz besonders, wo der verschiedene Geschmack der Biere sie in zahllose Sorten trennt, läßt man bei manchen Bieren geringe Mengen Kräuter und Blüthen verschiedener Pflanzen mit der Bierwürze gähren, und auch am Rhein wird betrügerischer Weise in vielen Weinen ein künstliches Bouquet durch Zusatz von manchen Salbey- und Rautenarten erzeugt, insofern verschieden von dem echten Aroma, als es bei weitem veränderlicher ist, und sich nach und nach bei der Aufbewahrung des Weins wieder verliert.

Die Verschiedenheit der Traubensäfte in verschiedenen Klimaten beruht nun nicht allein auf dem Gehalt an freier Säure, sondern in der ungleichen Menge von Zucker, den sie gelöst enthalten; man kann annehmen, daß ihr Gehalt an stickstoffhaltiger Materie überall gleich ist, man hat wenigstens im südlichen Frankreich und am Rhein, in Beziehung auf die sich in der Gährung abscheidende Hefe, keinen Unterschied beobachtet.

Die in heißen Ländern gereiften Trauben, so wie die gekochten Traubensäfte sind verhältnißmäßig reich an Zucker; bei der Gährung dieses Saftes ist die völlige Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, ihre völlige Abscheidung im unlöslichen Zustande, früher beendigt, ehe aller Zucker seine eigene Metamorphose in Alkohol und Kohlensäure erlitten hat; es bleibt eine gewisse Menge Zucker dem Weine unzersetzt beigemischt, eben weil die Ursache einer weitern Zersetzung fehlt.

In den Traubensäften der gemäßigten Zone ist mit der Metamorphose des Zuckers die völlige Abscheidung der stickstoffhaltigen Materien im ungelöst'ten Zustande nicht bewirkt worden. Diese Weine enthalten keinen Zucker mehr, sie enthalten aber wechselnde Mengen von unzersetztem Kleber in Auflösung.

Dieser Klebergehalt ertheilt diesen Weinen die Fähigkeit, von selbst, bei ungehindertem Zutritt der Luft, in Essig überzugehen; indem er den Sauerstoff aufnimmt und unauflöslich wird, überträgt sich diese Oxydation auf den Alkohol, er verwandelt sich in Essig.

Durch das Lagern der Weine in Fässern, bei sehr gehindertem Luftzutritt und möglichst niederer Temperatur wird die Oxydation dieser stickstoffhaltigen Materien bewirkt, ohne daß der Alkohol, welcher dazu einer höhern Temperatur bedarf, Antheil daran nimmt; so lange der Wein in den Lagerfässern Unterhefe absetzt, kann er durch Zusatz von Zucker wieder in Gährung versetzt werden, aber der alte wohl abgelagerte Wein hat die Fähigkeit, durch Zuckerzusatz zu gähren und von selbst in Essig überzugehen, verloren, eben weil in ihm die Bedingung zur Gährung und Verwesung, nämlich eine in Zersetzung oder Verwesung begriffene Materie, fehlt.

Bei dem Abfüllen der jungen Weine, welche noch reich an Kleber sind, hindern wir ihren Uebergang in Essig, ihre Verwesung, durch Zusatz von schwefliger Säure, durch eine Substanz also, die den aufgenommenen Sauerstoff der Luft, in dem Faß und in dem Wein, hindert, an die organische Materie zu treten, indem sie sich selbst damit verbindet.

Auf eine ähnliche Weise, wie in den Weinen, unterscheiden sich die Biersorten von einander.

Die englischen, französischen und die meisten deutschen Biere gehen beim Zutritt der Luft in Essig über; diese Eigenschaft fehlt den baierschen Lagerbieren, sie lassen sich, ohne sauer zu werden, in vollen und halbgefüllten Fässern ohne Veränderung aufbewahren. Diese schätzbare Eigenschaft haben diese Biere durch ein eigenthümliches Verfahren in der Gährung der Bierwürze, durch die sogenannte Untergährung, erhalten, und eine vollendete Experimentirkunst hat damit eins der schönsten Probleme der Theorie gelöst.

Die Bierwürze ist verhältnißmäßig reicher an aufgelöstem Kleber als an Zucker, bei ihrer Gährung auf die gewöhnliche Weise scheidet sich eine große Menge Hefe als dicker Schaum ab, die sich entwickelnde Kohlensäure hängt sich in Bläschen den Hefetheilchen an, macht sie specifisch leichter und hebt sie auf die Oberfläche der Flüssigkeit empor.

Neben den sich zerlegenden Zuckertheilchen befinden sich Theile des in Oxydation im Innern der Flüssigkeit begriffenen Klebers. Kohlensäure von dem Zucker, unauflösliches Ferment von dem Kleber scheiden sich gleichzeitig neben einander ab, und die letzte Art von Verbindung zeigt sich in beiden durch Adhäsion.

Nach der Vollendung der Metamorphose des Zuckers bleibt noch eine große Menge Kleber in der gegohrenen Flüs-

ſigkeit in Auflöſung, und dieſer Kleber, durch ſeine ausgezeichnete Neigung, Sauerſtoff anzuziehen und zu verweſen, veranlaßt den Uebergang des Alkohols in Eſſig; mit ſeiner gänzlichen Entfernung und mit der Entfernung aller oxydationsfähigen Materien würde das Bier ſeine Fähigkeit, ſauer zu werden, verloren haben. Dieſe Bedingungen werden nun vollkommen erfüllt durch das baierſche Gährverfahren.

Die gehopfte Würze läßt man in ſehr weiten offenen Kufen in Gährung übergehen, in welchen die Flüſſigkeit der Luft eine große Oberfläche derbietet; man läßt ſie an kühlen Orten vor ſich gehen, deren Temperatur 6—8° R. nicht überſteigt. Die Gährung dauert 3—6 Wochen; die Kohlenſäure entwickelt ſich nicht in großen voluminöſen, auf der Oberfläche zerplatzenden Blaſen, ſondern in feinen Bläschen wie aus einem Säuerling, wie aus einer Flüſſigkeit, die damit in höherm Drucke überſättigt war. Die Oberfläche der Flüſſigkeit iſt kaum mit Schaum bedeckt, und alle Hefe ſetzt ſich auf den Boden der Kufe in Geſtalt eines feinen zähen Schlammes als ſogenannte Unterhefe ab.

Um ſich eine klare Vorſtellung von der großen Verſchiedenheit der beiden Gährungsproceſſe, der Ober- und Untergährung zu verſchaffen, genügt es vielleicht, darauf zurückzuweiſen, daß die Metamorphoſe des Klebers, oder der ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile überhaupt, in mehrere Perioden zerfällt.

In der erſten Periode geht ſeine Verwandlung in unauflösliches Ferment in dem Innern der Flüſſigkeit vor ſich, Kohlenſäure und Hefe ſcheiden ſich neben einander ab; wir wiſſen, daß dieſe Abſcheidung mit einer Sauerſtoffaufnahme verknüpft iſt, und ſind nur zweifelhaft darüber, ob dieſer Sauerſtoff von den Elementen des Zuckers, des Waſſers oder von ſeiner eigenen Maſſe genommen wird, ob dieſer Sauer-

ſtoff geradezu ſich damit verbindet, oder ob er an den Waſſerſtoff des Klebers tritt, damit Waſſer bildend. Bezeichnen wir, um einen Begriff feſtzuhalten, dieſe erſtere Veränderung mit Oxydation, ſo ſind alſo die Oxydation des Klebers und die Umſetzung der Atome des Zuckers in Kohlenſäure und Alkohol die beiden Actionen, die ſich gegenſeitig bedingen; ſchließen wir die eine aus, ſo hört damit die andere auf.

Oberhefe, d. h. Hefe, die ſich auf die Oberfläche der Flüſſigkeit begiebt, iſt aber nicht das Product einer vollendeten Zerſetzung, ſondern es iſt oxydirter Kleber, welcher im feuchten Zuſtande einer Umſetzung ſeiner Beſtandtheile, einer neuen Metamorphoſe, entgegen geht. Durch dieſen Zuſtand iſt er fähig, in Zuckerwaſſer wieder Gährung zu erregen, und wenn neben dieſem Zucker Kleber zugegen iſt, ſo veranlaßt der ſich zerſetzende Zucker die Metamorphoſe des aufgelöſ'ten Klebers in Hefe; in einem gewiſſen Sinne ſcheint ſich alſo die Hefe reproducirt zu haben.

Die Oberhefe iſt faulender oxydirter Kleber, deſſen Zuſtand der Fäulniß in den Elementen des Zuckers eine ähnliche Metamorphoſe hervorruft.

Die Unterhefe iſt Kleber im Zuſtande der Verweſung, es iſt verweſender oxydirter Kleber. Der abweichende Zerſetzungsproceß, in dem ſich ſeine Elemente befinden, bringt in dem Zucker eine äußerſt verlangſamte Fäulniß (Gährung) hervor. Die Intenſität der Action iſt in dem Grade gehemmt, daß kein Theilchen des aufgelöſ'ten Klebers Antheil daran nimmt. Aber der Contact des verweſenden Klebers (der Unterhefe) veranlaßt die Verweſung des in der Bierwürze gelöſ'ten Klebers, bei Zutritt der Luft wird Sauerſtoffgas aufgenommen, aller gelöſ'te Kleber ſcheidet ſich als Unterhefe vollſtändig ab.

Man kann aus gährendem Bier den Absatz, die Oberhefe, durch Filtration entfernen, ohne die Gährung aufzuheben; allein die Unterhefe kann nicht von der Flüssigkeit getrennt werden, ohne alle Erscheinungen der Untergährung zu unterbrechen; sie hört auf oder geht bei höherer Temperatur in Obergährung über.

Die Unterhefe bringt keine Obergährung hervor, sie ist zum Stellen des Backwerks untauglich, aber die Oberhefe kann die Untergährung bewirken.

Wenn man zur Würze bei einer Temperatur von 4—6° R. Oberhefe zusetzt, so erfolgt eine langsame nicht stürmische Gährung, welche, wenn man den Bodensatz benutzt, um neue Würze wieder unter denselben Umständen in Gährung zu bringen, nach mehrmaligem Wiederholen in wahre Untergährung übergeht; es wird zuletzt Unterhefe gebildet, die alle Eigenschaft verloren hat, Obergährung hervorzubringen und selbst bei 10° R. Untergährung bewirkt.

In einer Bierwürze, welche in einer niedrigen Temperatur mit Unterhefe der Gährung unterworfen wird, haben wir also die Bedingung zur Metamorphose des Zuckers in der Gegenwart der Unterhefe selbst, allein die Bedingung zur Verwandlung des Klebers in Ferment in Folge einer im Innern der Flüssigkeit vorgehenden Oxydation des Klebers ist nicht vorhanden.

In seiner Fähigkeit und seinem Streben, Sauerstoff aufzunehmen durch den Contact mit Unterhefe, die sich im Zustande der Verwesung befindet, erhöht, und in dem freien ungehinderten Zutritt der Luft haben wir aber alle Bedingungen zu seiner eigenen Verwesung, zu seinem Uebergang in den oxydirten Zustand. Gegenwart von freiem Sauerstoff und aufgelöst'em Kleber haben wir als die Bedinger

der Verweſung des Alkohols zu ſeinem Uebergang in Eſſig kennen gelernt, allein beide ſind ohne Einfluß auf den Alkohol, bei niederen Temperaturen. Der Ausſchluß der Wärme wirkt hemmend auf die langſame Verbrennung des Alkohols; der Kleber verbindet ſich von ſelbſt, wie die im Waſſer gelöſ'te ſchweflige Säure, mit dem Sauerſtoff der Luft; dieſe Eigenſchaft geht dem Alkohol ab, und während der Oxydation des Klebers in niedrigen Temperaturen befindet ſich der Alkohol neben ihm in derſelben Lage, wie bei dem Schwefeln des Weins der Kleber neben der ſchwefligen Säure. Der Sauerſtoff, der bei ungeſchwefeltem Wein ſich mit dem Kleber und dem Alkohol verbunden haben würde, tritt an keinen von beiden, er verbindet ſich mit der ſchwefligen Säure. So tritt denn in der Untergährung der Sauerſtoff der Luft nicht an Alkohol und Kleber zugleich, ſondern an letztern allein; in höheren Temperaturen würde er an beide getreten ſein, d. h. es würde ſich Eſſig gebildet haben.

So iſt denn dieſer merkwürdige Proceß der Untergährung eine gleichzeitig vorgehende Fäulniß und Verweſung. Zucker befindet ſich in der Metamorphoſe der Fäulniß, der aufgelöſ'te Kleber im Zuſtande der Verweſung.

Die Appert'ſche Aufbewahrungsmethode und die Untergährung des Biers beruhen auf einerlei Princip.

In der Untergährung des Biers wird durch ungehinderten Zutritt der Luft alle der Verweſung fähige Materie bei einer niedrigen Temperatur abgeſchieden, in welcher der Alkohol keinen Sauerſtoff aufzunehmen fähig iſt; mit ihrer Entfernung vermindert ſich die Neigung des Biers, in Eſſig überzugehen, d. h. eine weitere Metamorphoſe zu erleiden.

In der Appert'ſchen Aufbewahrungsmethode von Speiſen läßt man den Sauerſtoff bei einer hohen Temperatur in

Verbindung treten mit der Materie der Speiſen, in einem Wärmegrade, in welchem wohl Verweſung aber keine Fäulniß, keine Gährung, ſtattfindet. Mit der Hinwegnahme des Sauerſtoffs und der Vollendung der Verweſung, iſt jede Urſache zur weitern Störung entfernt. In der Untergährung wird die der Verweſung fähige Subſtanz, in der Appert'ſchen Aufbewahrungsmethode der Verweſer, der Sauerſtoff, entfernt.

Es iſt berührt worden, daß es ungewiß iſt, ob der Kleber, wenn er in Oberhefe übergeht, wenn er alſo aus gährenden Flüſſigkeiten ſich in unlöslichem Zuſtande ausſcheidet, ſich geradezu mit dem Sauerſtoff verbindet, ob alſo das Ferment ſich von dem Kleber lediglich durch einen größern Sauerſtoffgehalt unterſcheidet. Dies iſt in der That eine höchſt ſchwierig zu entſcheidende Frage, da ſie ſelbſt durch die Analyſe möglicher Weiſe nicht lösbar iſt. Beachten wir z. B. das Verhalten des Alloxans und Alloxantins, von Materien, welche die nämlichen Elemente wie der Kleber, obwohl in ganz anderen Verhältniſſen enthalten, ſo weiß man, daß das eine aus dem andern durch eine bloße Sauerſtoffaufnahme entſtehen oder rückwärts das eine in das andere durch Reductionsmittel verwandelt werden kann. Beide ſind abſolut aus denſelben Elementen gebildet, bis auf 1 Aeq. Waſſerſtoff, was das Alloxantin mehr enthält.

Behandeln wir das Alloxantin mit Chlor und Salpeterſäure, ſo wird es in Alloxan verwandelt, in einen Körper alſo, welcher Alloxantin iſt, minus 1 Aeq. Waſſerſtoff.

Leiten wir durch eine Auflöſung von Alloxan Schwefelwaſſerſtoff, ſo wird Schwefel abgeſchieden und Alloxantin gebildet. In dem erſten Falle, kann man ſagen, iſt der Waſſerſtoff ganz einfach hinweggenommen worden, in dem andern iſt er wieder hinzugetreten.

Aber die Erklärung nimmt eine nicht minder einfache Form an, wenn man beide als verſchiedene Oxyde eines und deſſelben Radicals betrachtet, das Alloxan als eine Verbindung von 2 Aeq. Waſſer mit einem Körper $C_8 N_4 H_4 O_7$, das Alloxantin als eine Verbindung von 3 At. Waſſer mit einem Körper $C_8 N_4 H_4 O_7$. Die Verwandlung des Alloxans in Alloxantin würde hiernach erfolgen, indem die 8 At. Sauerſtoff, die es enthält, auf 7 At. reducirt werden, und umgekehrt würde ſich aus Alloxantin Alloxan bilden durch die Aufnahme von 1 At. Sauerſtoff, den es der Salpeterſäure entzieht.

Man kennt nun Oxyde, die ſich mit Waſſer verbinden und ſich ähnlich wie Alloxan und Alloxantin verhalten; man kennt aber keine Waſſerſtoffverbindung, welche Hydrate bildet, und die Gewohnheit, welche das Unähnliche bis zur Entſcheidung der Eigenthümlichkeit zurückweiſ't, läßt uns eine Meinung vorziehen, für die man, genau betrachtet, keine Gründe hat, als die Analogie. In den Iſatis-, den Neriumarten, dem Waid iſt nun, wie man weiß, eine ſtickſtoffhaltige Materie, ähnlich in mancher Beziehung dem Kleber, enthalten, eine Subſtanz, welche ſich als blauer Indigo abſcheidet, wenn der wäſſerige Aufguß der getrockneten Blätter der Einwirkung der Luft ausgeſetzt wird. Man iſt durchaus im Zweifel, ob der blaue unlösliche Indigo ein Oxyd des farbloſen löslichen, oder der letztere die Waſſerſtoffverbindung des blauen iſt. Dumas hat nämlich in beiden dieſelben Elemente gefunden, bis auf 1 Aeq. Waſſerſtoff, was der lösliche Indigo mehr enthält, als der blaue.

Wie man leicht bemerkt, kann man den löslichen Kleber als eine Waſſerſtoffverbindung betrachten, welche, der Luft unter geeigneten Bedingungen ausgeſetzt, durch die Ein-

wirkung des Sauerstoffs eine gewisse Quantität Wasserstoff verliert und dadurch zu unlöslichem Ferment wird; jedenfalls geht aus der Abscheidung der Hefe in der Conservation des Weins und der Untergährung bei dem Bier, welche in beiden Fällen nur bei Zutritt von Sauerstoff erfolgt, bis zur Evidenz hervor, daß der Sauerstoff den unlöslichen Zustand bedingt.

In welcher Form nun auch der Sauerstoff hinzutreten mag, gleichgültig, ob er sich direct mit dem Kleber verbindet, oder ob er an eine Portion seines Wasserstoffs tritt und damit Wasser bildet; die Producte, welche in Folge seiner Verwandlung in Ferment im Innern der gährenden Flüssigkeit gebildet werden, diese Producte müssen einerlei Beschaffenheit besitzen.

Denken wir uns den Kleber als eine Wasserstoffverbindung, so wird sein Wasserstoff in der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze hinweggenommen werden, indem er sich mit Sauerstoff verbindet, gerade so wie bei der Verwesung des Alkohols zu Aldehyd.

Die Atmosphäre ist abgeschlossen; dieser Sauerstoff wird also nicht aus der Luft, er kann nicht von den Elementen des Wassers genommen werden, weil es unmöglich ist, anzunehmen, daß sich der Sauerstoff von dem Wasserstoff des Wassers trenne, um mit dem Wasserstoff des Klebers wieder Wasser zu bilden. Die Elemente des Zuckers müssen demnach diesen Sauerstoff liefern, d. h. es muß in Folge der Bildung des Ferments eine Portion Zucker auf eine andere Weise zersetzt werden, als dies durch seine eigene Metamorphose geschieht; eine gewisse Portion Zucker wird keinen Alkohol und keine Kohlensäure liefern; es müssen sich aus seinen Elementen andere, an Sauerstoff ärmere Producte bilden.

Es ist schon früher auf diese Producte hingewiesen worden, sie sind es, welche eine so große Verschiedenheit in den Qualitäten der gegohrenen Flüssigkeiten und namentlich in ihrem Alkoholgehalt bedingen.

Der Traubensaft, die Bierwürze liefern also in der Obergährung keineswegs eine dem Zuckergehalt entsprechende Menge von Alkohol, eben weil eine Portion Zucker zur Verwandlung des Klebers in Ferment, in Hefe, und nicht zur Alkoholbildung verwendet wird. Dies muß aber vollständig in der Untergährung, dies muß auf's vollständigste bei allen Gährungen stattfinden, wo die Metamorphose des Zuckers nicht begleitet ist von Hefenbildung.

Es ist eine entschiedene Thatsache, daß in der Branntweinbrennerei aus Kartoffeln, wobei sich keine oder nur eine dem Malzzusatz entsprechende Quantität Hefe bildet, daß bei der Gährung der Kartoffelmaische, eine dem Kohlenstoffgehalt der Stärke genau entsprechende Menge von Alkohol und Kohlensäure gewonnen werden kann, und daß das Volum der Kohlensäure, die sich durch Gährung aus den Runkelrüben entwickelt, keine scharfe Bestimmung ihres Zuckergehaltes zuläßt, weil man weniger an Kohlensäure erhält, als dieser Zucker für sich in reinem Zustande liefern würde.

Bei gleichen Quantitäten Malz enthält das durch Untergährung erhaltene Bier mehr Alkohol und ist berauschender, als das obergährige. Man schreibt gewöhnlich den kräftigen Geschmack des erstern einem größern Gehalt von Kohlensäure, einer festern Bindung derselben zu, allein mit Unrecht. Beide Biersorten sind nach Vollendung der Gährung absolut gleich mit Kohlensäure gesättigt; wie alle Flüssigkeiten müssen beide in der Gährung von der aus ihrem Innern

entweichenden Kohlensäure eine Quantität zurückbehalten, die genau der Temperatur und ihrem Auflösungsvermögen, d. h. ihrem Volumen, entspricht.

Die Temperatur, in welcher die Gährung vor sich geht, hat einen höchst wichtigen Einfluß auf die Quantität des erzeugten Alkohols; es ist erwähnt worden, daß Runkelrübensaft, den man bei 30° bis 35° in Gährung übergehen läßt, keinen Alkohol liefert, daß man an der Stelle des Zuckers eine der Gährung nicht fähige sauerstoffärmere Substanz, den Mannit, daß man Milchsäure und Schleim vorfindet. Mit der Abnahme der Temperatur vermindert sich die Bildung dieser Producte; allein es ist in stickstoffhaltigen Pflanzensäften natürlich unmöglich, die Grenze festzusetzen, wo die Metamorphose des Zuckers allein erfolgt, wo sie also unbegleitet ist von einer eingreifenden störenden Zersetzungsweise.

Aus der Untergährung des Biers weiß man, daß durch die Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, neben der niedrigen Temperatur, durch zwei Bedingungen also, die vollkommene Metamorphose des Zuckers erfolgt, weil die Ursache der Störung derselben, weil dem Streben des Klebers, sich in unlösliches Ferment zu verwandeln, durch Hinzuführung von Sauerstoff von außen her genügt wird.

Bei dem Beginn der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze ist die Menge der in Metamorphose begriffenen Materien natürlich am größten, alle Erscheinungen, welche sie begleiten, Gasentwickelung und Erhöhung der Temperatur, treten in dieser Periode am stärksten ein; mit der Zersetzung der größern Menge Zucker und Kleber vermindern sich die Zeichen der im Innern vorgehenden Zersetzung, ohne daß sie aber eher als vollendet angesehen werden kann, als bis sie völlig verschwinden.

Die langsam fortdauernde Zersetzung nach der schnell eintretenden stürmischen oder lebhaften Gasentwickelung nennt man Nachgährung; bei dem Weine wie bei dem Biere dauert sie bis zum völligen Verschwinden ihres Zuckergehaltes fort, das specifische Gewicht der Flüssigkeit nimmt viele Monate hindurch noch ab. Die Nachgährung ist in den meisten Fällen eine wahre Untergährung, in welcher zum Theil die Metamorphose des noch aufgelöst'en Zuckers in Folge der fortschreitenden Zersetzung der Unterhefe bewirkt wird, ohne daß übrigens damit bei Luftausschluß eine vollkommene Ausscheidung der gelöst'en stickstoffhaltigen Materien bedingt wird.

In mehreren deutschen Staaten hat man den günstigen Einfluß eines rationellen Gährungsverfahrens auf die Qualität der Biere sehr wohl erkannt; man hat z. B. im Großherzogthum Hessen beträchtliche Preise auf die Darstellung von Bier nach dem baierschen Gährungsverfahren ausgesetzt, und diese Preise werden Demjenigen zuerkannt, welcher nachweisen kann, daß sein Fabricat sich 6 Monate lang in Lagerfässern aufbewahren ließ, ohne sauer zu werden. Hunderte von Fässern Bier sind an den meisten Orten im Anfange zu Essig geworden, bis man zu einer empirischen Kenntniß der Bedingungen gelangte, deren Einfluß durch die Theorie vorausgesetzt und zum Bewußtsein gebracht wird.

Weder der Alkoholgehalt, noch der Hopfen allein, noch beide zusammen schützen das Bier vor dem Sauerwerden; in England gelingt es mit einem Verlust der Zinsen eines ungeheuren Kapitals, die bessern Sorten Ale und Porter vor dem Uebergang in Säure dadurch zu schützen, daß man sie in damit angefüllten ungeheuern faßartigen verschlossenen Gefäßen, deren Oberfläche mit Sand bedeckt ist, mehrere Jahre

liegen läßt, daß man ſie alſo ähnlich behandelt, wie die Weine in dem ſogenannten Ablagern.

Durch die Poren des Holzes findet ein ſchwacher Luftwechſel Statt; die Menge der ſtickſtoffhaltigen Materie im Verhältniß zu dem zutretenden Sauerſtoff iſt ſo groß, daß dieſer Sauerſtoff dadurch gehindert wird, an den Alkohol zu treten; aber auch das nach dieſem Verfahren behandelte Bier hält ſich bei Luftzutritt in kleineren Gefäßen nicht über zwei Monate lang.

Pilz- und Infuſorien-Gährung.

Die mikroſkopiſchen Unterſuchungen gährender und faulender Pflanzen- und Thierſubſtanzen haben in der neueſten Zeit zu der Meinung geführt, daß die Urſache der dem Anſchein nach von ſelbſt in dieſen Materien eintretenden Veränderungen, daß die Gährung und Fäulniß derſelben, hervorgerufen werden in Folge der Entwickelung von Pilzen oder mikroſkopiſchen Thieren, deren Keime und Eier ſich auf eine für uns nicht wahrnehmbare Weiſe verbreiten und überall zur Entwickelung gelangen, wo ſich ein zu ihrer Ernährung geeigneter Boden darbietet.

In dieſem Sinne haben einige Naturforſcher die Gährung der Bierwürze und des Traubenſaftes dargeſtellt; ſie behaupten nämlich, daß die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und

Kohlenſäure bedingt werde, durch den Contact der Zuckertheilchen mit den ſich entwickelnden Pflanzen, als welche ſie das ſich abſcheidende Ferment betrachten, ohne übrigens auf die letzte Urſache des Zerfallens der Beſtandtheile des Zuckers näher einzugehen. Man hat ſich darin gefallen, dieſe Anſicht als entgegengeſetzt der Theorie anzuſehen, die im Vorhergehenden entwickelt worden iſt, und den Contact (die Berührung) als die Urſache einer ſich äußernden eigenthümlichen Thätigkeit (Kraft) zu bezeichnen.

In allen chemiſchen Proceſſen, in allen Veränderungen, welche durch Affinität bewirkt werden, beobachten wir nun, daß der Contact (die Berührung) die Hauptbedingung der ſich äußernden Thätigkeit iſt, und die Chemiker haben deshalb die Affinität als eine Kraft bezeichnet, inſofern verſchieden von anderen Kräften, als ſie nur bei unmittelbarer Berührung oder in Entfernungen wirkt, welche unmeßbar klein ſind. In einer jeden Verbindung oder Zerſetzung ſpielt deshalb der Contact inſofern eine Hauptrolle, als ohne Contact weder eine Verbindung noch Zerſetzung wahrgenommen wird. Alle Materien, welche Verbindung oder Zerſetzung bewirken, ſind in dieſer Beziehung Contactſubſtanzen.

In der entwickelten Theorie der Fäulniß und Gährung iſt keineswegs angenommen worden, daß das Ferment auf eine meßbare Entfernung hin die Zerlegung des Zuckers bewirken könne; in dieſer Beziehung ſtehen alſo dieſe Anſichten einander nicht entgegen, nur darin weichen ſie von einander ab, daß nach der einen Anſicht die Hefe als ein Körper betrachtet wird, deſſen kleinſte Theilchen ſich in einem Zuſtande der Bewegung (Umſetzung) befinden, die ſich auf die Zuckertheilchen überträgt und in dieſen eine ähnliche Umſetzung hervorruft, während nach der andern die Hefentheil-

chen Pilze sind, welche aus Keimen oder Samen durch die Atmosphäre in die gährungsfähige Flüssigkeit gelangen und dort sich auf Kosten der stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben entwickeln, in der Art, daß diese Bestandtheile sich in Pilze verwandeln und als solche abgeschieden werden. Durch den Contact der sich entwickelnden Pilze mit den Zuckertheilchen zerfallen diese in Kohlensäure und Alkohol, was natürlich nichts Anderes sagen will, als daß durch den Act ihrer Vegetation, eine Störung in der chemischen Anziehung der Elemente des Zuckers bewirkt wird, in deren Folge sie sich zu neuen Verbindungen ordnen.

In den Versuchen Gay-Lussac's über die Gährung zeigte sich nun, daß Traubensaft, der bei Abhaltung aller Luft über Quecksilber ausgedrückt worden war, nicht in Gährung kam, bei Berührung mit Luft stellte sie sich hingegen in wenigen Stunden ein; er zeigte ferner, daß die Gährung sogleich beginnt, wenn man diesem Safte Sauerstoffgas zuführt, von welchem dem Maß nach $^1/_{120}$ soviel von dem Safte absorbirt wird, als sich während der Gährung kohlensaures Gas entwickelt. Da man nun in dem chlorsauren Kali oder dem Braunstein, aus denen das Sauerstoffgas gewonnen wird, das Vorhandensein von Pilzkeimen oder Samen nicht voraussetzen kann, so ist es schwer, die Ursache der Zersetzung einer sich entwickelnden Vegetation zuzuschreiben.

Gay-Lussac zeigte zuletzt, daß der Saft durch Einführung der Poldräthe einer galvanischen Säule in Gährung käme, wo also die Zufuhr irgend einer Substanz von außen gänzlich abgeschlossen war. Die Ansicht, daß die Gährung des Zuckers durch den Contact mit einer sich entwickelnden Pflanze bewirkt werde, muß demnach voraussetzen, daß sich lebendige Wesen, Pflanzen z. B., ohne allen Keim und Samen zu entwickeln

vermögen, was Allem widerſpricht, was aus poſitiven Beobachtungen über die Bedingungen der Entwickelung einer Pflanze geſchloſſen werden kann.

Gewiß iſt, daß die Ernährung der bei völligem Abſchluß des Lichtes ſich entwickelnden Schwämme und Pilze nach anderen Geſetzen vor ſich geht, als die der grünen Gewächſe, und keinem Zweifel kann es unterliegen, daß es der faulende Körper oder die durch ſeine Fäulniß entſtehenden neuen Producte ſind, welche direct in dieſe Art von Pflanzen übergehen und durch die in ihnen wohnende Lebensthätigkeit eine organiſirte Form erhalten. Während ihres Wachsthums hauchen ſie nämlich beſtändig kohlenſaures Gas aus, ſie geben alſo Kohlenſtoff an die Atmoſphäre ab und nehmen an Gewicht zu, unter Umſtänden, wo das Gewicht aller anderen Gewächſe ſich vermindert. Es iſt deshalb möglich und wahrſcheinlich, daß ſich Pilze in gährenden und faulenden Subſtanzen zu entwickeln vermögen, inſofern die entſtehenden Producte der Fäulniß zu ihrer Ernährung ſich eignen. Wenn wir nun eine gewiſſe Maſſe dieſer Pilze mit Waſſer der Siedhitze ausſetzen, ſo wird ihre Lebensfähigkeit und aller Keim zu einer weitern organiſchen Entwickelung unterdrückt und zerſtört; ſetzen wir ſie nun in dieſem Zuſtande einer geeigneten Temperatur aus, ſo ſtellt ſich in der Maſſe eine Gasentwickelung ein, ſie gehen in Fäulniß und bei Zutritt der Luft in Verweſung über und wir behalten in letzter Form nichts Anderes, als ihre unorganiſchen Elemente übrig. Die Fäulniß iſt alſo hier nicht als der Act der Bildung organiſcher Weſen, ſondern als der Act des Ueberganges ihrer Elemente in unorganiſche Verbindungen anzuſehen.

Beobachtungen anderer Art, ſo namentlich, daß Fleiſch und andere Theile thieriſcher Körper in mehreren Wochen

nicht in Fäulniß übergehen, wenn ſie friſch in ein Gefäß gebracht werden, welches ausgeglühte Luft enthält, haben nicht wenig dazu beigetragen, die Meinung zu ſtützen, daß der Fäulnißproceß durch die Entwickelung niederer organiſcher Weſen bedingt werde, allein alle dieſe Verſuche haben für dieſen Schluß nur einen untergeordneten Werth. Bei Verſuchen, die der Autor anſtellte, um Chinin in dem Urin von Kranken zu entdecken, welche dieſe Subſtanz als Arzneimittel zu ſich genommen hatten, zeigte ſich die auffallende Erſcheinung, daß dieſer Urin, deſſen Harnſtoff unter anderen Umſtänden ſich ſehr oft ſchon in 6—8 Stunden vollkommen in kohlenſaures Ammoniak verwandelt, ſelbſt nach mehreren Wochen nicht in vollſtändige Fäulniß übergegangen war; erſt nach 14 Tagen zeigte ſich bei Zuſatz von Säuren ein ſchwaches Aufbrauſen, Grund genug, um der Gegenwart des Chinins in dieſem Harn einen Antheil daran zuzuſchreiben. Es ergab ſich aber in weiteren Verſuchen, daß friſcher Urin in ganz reinen Gefäßen ſich genau auf dieſelbe Weiſe verhält. Wird dem friſchen Urin hingegen etwas faulender Urin zugeſetzt, ſo wird ſeine Fäulniß in hohem Grade beſchleunigt; ganz beſonders wirkſam in dieſer Hinſicht zeigt ſich Holz, in welchem gefaulter Urin aufbewahrt wurde, und der weiße oder gelblich weiße Abſatz aus faulem Urin, welcher keine organiſirte Form beſitzt, bewirkt die Verwandlung des Harnſtoffs in kohlenſaures Ammoniak ſchon in wenigen Stunden.

So erhält ſich friſches Fleiſch in einem reinen Glasgefäße, ganz gleichgültig, ob in gewöhnlicher oder geglühter Luft, mehrere Wochen lang anſcheinend ohne eine ſehr bemerkliche Veränderung, obwohl es unausgeſetzt der Luft Sauerſtoff entzieht und Kohlenſäure ausgiebt, und bei Gegenwart

der nöthigen Menge Waſſer geht es in Fäulniß über, ohne daß dieſe durch die geglühte Luft aufgehalten oder gehindert wird.

Niemand wird den Käfern, welche in Beziehung auf ihre Nahrung auf die Thierexcremente angewieſen ſind, den Zuſtand der Zerſetzung oder Fäulniß zuſchreiben, in welchem ſich dieſe Excremente befinden, ebenſo wenig iſt dieſer Schluß zuläſſig für die Käſemilben und die Würmer, die wir oft in ſo ungeheurer Anzahl in den Käſen finden.

Wenn wir uns nun denken, daß die Zwiſchen-Producte, welche in dem Uebergang eines Thier- oder Pflanzenſtoffes in unorganiſche Verbindungen gebildet werden, die Fähigkeit beſitzen, das Leben gewiſſer niederer Thier- und Pflanzenklaſſen zu unterhalten, ſo bleibt nur die Art und Weiſe dunkel, wie die Keime der Pilze und die Eier der Infuſorien an die Orte gelangen, welche ſich zu ihrer Entwickelung eignen, denn einmal auf dem Boden angelangt, der ihnen Nahrung darbietet, iſt ihre ſo außerordentliche Vermehrung ſeit Ehrenberg's Entdeckungen kein Räthſel mehr. Wenn wir nun ferner beachten, daß die Infuſorien nur bis zu einem gewiſſen Zeitpunkte an Größe zunehmen, daß ihr Wachsthum eine Grenze hat, ſo muß daraus geſchloſſen werden, daß ihre Nahrung, wenn auch nur von dem Punkte ihrer vollkommneren Ausbildung an, ganz ähnlich, wie in den höheren Thieren in der Form von Excrementen wieder aus ihrem Körper tritt. Wie allen anderen Excrementen muß ihnen die Fähigkeit, in Fäulniß und Zerſetzung überzugehen, in einem ausgezeichneten Grade zukommen, und dieſer Zuſtand muß durch die Berührung mit dem faulenden Körper, in dem ſie ſich befinden, jedenfalls hervorgerufen werden; die Vermehrung der Infuſorien muß hiernach an ſich ſelbſt eine

Beschleunigung und Verbreitung des Fäulnißprocesses in dem faulenden Körper nach sich ziehen. Die letzten Producte der Fäulniß und Verwesung von Thier- und Pflanzensubstanzen sind Kohlensäure, Ammoniak und Wasser, für die Auffassung des chemischen Processes, durch welchen dieser Uebergang bewirkt wird, ist die Kenntniß der intermediären Verbindungen, welche diese Elemente bilden, von großem Interesse, allein es ist chemisch in Beziehung auf den Vorgang selbst ganz gleichgültig, ob die ersten, zweiten oder dritten Producte, ehe sie sich in die letzten verwandeln, die Form von Pilzen oder lebendigen Thieren (Infusorien) annehmen; sie selbst, diese Pflanzen oder Thiere, sind nicht die Ursachen des Uebergangs, denn sie erleiden ja nach ihrem Tode die nämlichen Veränderungen, die dann zuletzt ihr völliges Verschwinden bewirken.

Die ungeheuren Lager von mikroskopischen Schalthieren in der Kreide, in den Kieselinfusorien, enthalten keine organischen Substanzen mehr. Der Kalk ihres Gehäuses, die Kieselerde ihres Panzers stammen von dem Wasser, in dem sie sich entwickelten; wäre dieses Wasser nicht kalkhaltig oder kieselsäurehaltig gewesen, so würden sich diese Thiere nicht haben bilden können, hätten diese Thiere in den Producten der Fäulniß vorangegangener Thiergeschlechter (deren Ueberreste wir z. B. in dem Muschelkalke finden) keine Nahrung gefunden, so würden sie sich ebenfalls nicht entwickelt und ohne Zusammenwirken beider Bedingungen nicht zu so ausgedehnten Massen und Lagern vermehrt haben.

Allein diese Thiere sind nicht die Ursache der Bildung des Kalk- oder Kieselagers, so wenig wie sie die Ursache der Fäulniß und Verwesung der Substanzen waren, die ihnen ihre organischen Bestandtheile lieferten. Wären diese

Thiere nicht vorhanden gewesen, so würde sich freilich keine Kreide, aber es würde sich Marmor oder ein anderer Kalkstein, die Kieselerde würde sich als Kieselschiefer oder Quarz aus dem Wasser nach seinem Verdunsten abgesetzt haben. Es ist also nur die Form, welche diese Lager durch das organische Leben erhielten, allein die Substanz der Lager selbst, die Kreide, ist chemisch in keiner Weise verschieden von dem krystallisirten Kalkspath, und zur Erklärung ihres Ursprungs möchten wohl die nämlichen Ansichten vollkommen ausreichend sein, die man für die Bildung der jüngeren Kalkformationen für ausgemachte Wahrheiten ansieht.

Der Uebergang der Bestandtheile eines Elephanten in luftförmige Verbindungen ist ganz derselbe Proceß und ist bedingt durch dieselben Ursachen, welche den Leib des letzten mikroskopischen Thieres, was seine Elemente von einer Reihe ihm vorangehender anderer Thiergeschlechter erhielt, nach seinem Tode zerstörten. Die letzten Producte sind in beiden Fällen identisch.

Weit wunderbarer und unbegreiflicher sind Beobachtungen anderer Art über das Verhalten und die Functionen gewisser mikroskopischer Thiere, aus denen Schlüsse über die Ernährung und Entwickelung dieser Geschöpfe zu folgern scheinen, welche Allem entgegengesetzt sind, was wir über den Ernährungsproceß anderer, aber höherer Thierklassen wissen.

In einer Abhandlung über die Zusammensetzung der Salzsoolen in Kurhessen erwähnt Pfannkuch der merkwürdigen Erscheinung, daß die schleimige Masse, welche sich dort in den Kästen bildet, in denen die von den Dornwänden der Gradirgebäude herunterfallende Soole wieder aufgefangen wird, ein Gas einschließt, welches reines Sauerstoffgas ist. Die frisch aus dem Schacht durch die Pumpen geför-

derte Soole ist vollkommen klar, enthält 5 p. c. Salz, Gyps und eine so beträchtliche Menge Schwefelwasserstoff, daß sie für ein Schwefelwasser gelten konnte.

In diesem Salzwasser bildet sich nun in den Sommermonaten bei anhaltendem klaren Wetter eine schleimige durchscheinende Masse, die den Boden 1—2 Zoll hoch bedeckt. Ueberall ist diese Materie mit großen oft mehrere Zoll breiten Luftblasen durchsetzt, die in Menge emporsteigen, sobald man mit einem Stock die sie einschließenden Häute zerreißt. Die Menge dieser Luftblasen ist nach Wöhler so groß, daß es leicht gewesen wäre, in kurzer Zeit hunderte von Flaschen damit zu füllen, sie ist so reich an Sauerstoffgas, daß sich ein glimmender Holzspan sogleich darin wieder entflammt und mit glänzendem Feuer verbrennt. Diese Luft zeigte sich in der Analyse aus 51 p. c. Sauerstoff und 49 p. c. Stickgas zusammengesetzt und es scheint nicht zweifelhaft zu sein, daß sie ursprünglich ganz reines Sauerstoffgas war, welches sich wie Gas in einer thierischen Blase mit atmosphärischer Luft auswechselte. Wenn in der That der Wasserstand in diesem Kasten sehr niedrig ist, so daß die Blasen mit der Luft beinahe in unmittelbare Berührung kamen, so zeigen sich die Blasen wie vorher, allein in diesem Fall geht die Diffusion so rasch von statten, daß man nur atmosphärische Luft darin findet (Wöhler).

Durch die mikroskopische Untersuchung der schleimigen membranosen Masse fand nun Wöhler, daß sie fast ganz aus lebenden sich bewegenden Infusorien bestand und zwar aus den Navicula und Gaillionella-Arten, die in den Freiberger papierartigen Gebilden und in dem Kieselguhr von Franzensbad vorkommen. Das Ganze besaß eine schwach grünliche Färbung und zeigte sich mit höchst feinen farblosen

Confervenfäden durchwebt. Die ſchleimige Maſſe gab nach dem Auswaſchen und Trocknen eine papierähnliche Maſſe, welche beim Erhitzen deutlich Ammoniak ausgab, alſo einen Gehalt an Stickſtoff beſaß; ſie hinterließ eine weiße Aſche, welche mit etwas Salzſäure behandelt Kieſelſkelette hinterließ, die noch ebenſo unverändert und ſcharf die Form der Thiere hatten, daß man den friſchen Schleim zu betrachten glaubte (Wöhler).

Dieſe Beobachtungen ſind von außerordentlichem Intereſſe, denn, ſo fragt Wöhler, woher kommt nun das Sauerſtoffgas, von den Conferven oder den Infuſorien? In Betracht der ſo großen Menge Sauerſtoff und der überwiegenden Menge von Infuſorien ſollte man denken: von dieſen, allein wie ſehr ſtreitet dies gegen alle Analogie. Das Waſſer kommt aus einer Tiefe von 500 Fuß, ſein Gehalt an Schwefelwaſſerſtoff beweiſ't, daß es aus einem Gebirgslager kommt, welches faulende Thierſubſtanzen enthält, durch deren Wirkung auf die vorhandenen ſchwefelſauren Salze der Schwefelwaſſerſtoff gebildet worden iſt, und in dieſem Waſſer entſpringt, unter Mitwirkung des Sonnenlichtes, eine Sauerſtoffquelle, dem Anſchein nach weit ergiebiger, als wir ſie in den grünenden Pflanzen kennen! Schon vor 56 Jahren ſind von Sir B. Thompſon *) (dem nachmaligen Grafen Rumford?) Verſuche bekannt gemacht worden, deren Reſultat zu merkwürdig iſt, um nicht mit den eigenen Worten des Autors hier wiedergegeben zu werden.

Thompſon fand nämlich, daß Seide, Baumwolle, Schaafwolle, Eiderdunen und andere organiſche Subſtanzen zu wahren Quellen von Sauerſtoffgas werden, wenn ſie

*) Phil. Transact. of the R. S. Vol. LXXVII. p. 198. 1787.

durch Waſchen von der Luft befreit, in einer ganz mit Brunnenwaſſer angefüllten reinen Glasglocke dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden. Nach 2—3 Tagen nahm das Waſſer eine grünliche Färbung an und von dieſem Augenblick zeigt ſich die Gasentwickelung.

»120 Gran Baumwolle in einer Glocke, welche 296 C.-Z. »Brunnenwaſſer enthielt, entwickelten in den erſten 4—5 »Tagen 2¾ C.-Zoll Gas, welches faſt keinen Sauerſtoff »enthielt, erſt am ſechsten Tage, als die Sonne ſehr heiß »ſchien, färbte ſich das Waſſer plötzlich grün und lieferte nach »6 weiteren Tagen 44½ C.-Z. Sauerſtoffgas von beträchtlicher Reinheit. Nach dem Aufhören der Gasentwickelung »nahm das Waſſer und die Baumwolle eine ſchwach gelbliche Farbe an. Als er das Waſſer von der Baumwolle »unter dem Mikroſkope betrachtete, ſo zeigte ſich darin eine »große Anzahl außerordentlich kleiner faſt runder Thierchen; »in allem Waſſer, was die grünliche Farbe beſaß, waren »dieſe Thiere enthalten, ſo daß die Farbe ſelbſt durch ihre »Gegenwart bedingt ſchien.« Am Schluſſe ſeiner zahlreichen Verſuche ſagt Thompſon:

»Alle aufgezählten Erſcheinungen laſſen ſich vielleicht erklären, wenn man annimmt, daß die in den verſchiedenen »Experimenten erzeugte Luft in der Waſſermaſſe aus der »grünen Materie entſtanden ſei und daß die Blätter, die »Seide, Baumwolle ꝛc. nur ihre Entwickelung erleichterten, »inſofern ſie eine geeignete Oberfläche zur Anſammlung und »Annahme der Luftform darboten.

»Dieſe Erſcheinungen erklären ſich auch durch die der »Hypotheſe von Prieſtley günſtige Annahme, daß die »grüne Materie aus Pflanzen beſteht, die, an der Oberfläche

»der im Waſſer befindlichen Körper ſich anheftend, darin »wächſt und in Folge der Vegetation die Luft erzeugt.

»Ich würde dieſer Meinung gern beipflichten, wenn nicht »eine äußerſt ſorgfältige und aufmerkſame Unterſuchung des »grünen Waſſers mit einem trefflichen Mikroſkope zur Zeit, »wo es die reine Luft am reichlichſten gab, mich überzeugt »hätte, daß es grade in dieſer Periode nichts enthält, dem »man pflanzliche Natur zuſchreiben könnte. Die färbende »Materie des Waſſers iſt thieriſcher Natur und nichts An»deres, als die Anhäufung einer unendlichen Anzahl ſehr klei»ner leichtbeweglicher Thierchen.«

In einer höchſt intereſſanten Abhandlung der Herren Auguſt und Charles Morren (in den Schriften der Akademie zu Brüſſel 1841) zeigen ſie, daß ſich aus Waſſer unter Mitwirkung organiſcher Verhältniſſe »Gas« entwickelt, welches bis 61 p. c. Sauerſtoff enthält, und ſie ſchließen ihre Abhandlung mit den Worten: »Aus dem Vorhergehenden ergiebt ſich mit Beſtimmtheit, daß das Phänomen der Sauerſtoffentwickelung dem Chlamidomonas pulvisculus (Ehrenberg) und einigen anderen noch niedriger ſtehenden grünen Thierchen zugeſchrieben werden muß.«

Der Autor benutzte die Gelegenheit, die ein ſehr ſtark grün, durch verſchiedene Arten von Infuſorien gefärbtes, Waſſer aus einem Brunnentroge ſeines Gartens darbot, um ſich von der Richtigkeit dieſer ſeit ſo langem ſchon beobachteten merkwürdigen Thatſache zu überzeugen; dieſes Waſſer durch ein feines Sieb von allen Pflanzentheilen befreit, in einem ganz damit angefüllten großen Becherglaſe, deſſen Oeffnung umgekehrt in einer Porzellanſchale mit demſelben Waſſer geſperrt war, überließ man im Freien ſtehend mehrere Wochen lang der Einwirkung des Sonnenlichtes.

Während dieser Zeit nun sammelte sich unausgesetzt in dem obern Theile des Glases Gas an, was sich beständig vermehrte; nach 14 Tagen waren ⅓ Wasser aus dem Glase verdrängt und in dem Gas, was seinen Platz angenommen hatte, entzündete sich ein glimmender Holzspan, es verhielt sich wie ein sehr reines Sauerstoffgas. Ausdrücklich muß hier hervorgehoben werden, daß in dem Wasser vor der Aussetzung an das Sonnenlicht, mit einem der besten Mikroskope von Plößl untersucht, keine Art von Confervenfäden oder irgend einer Pflanzensubstanz wahrnehmbar war *).

Ohne einen Schluß irgend einer Art in Hinsicht auf die Ernährungsweise dieser Thiere zu wagen, bleibt unter allen Umständen gewiß, daß in einem Wasser, in welchem sich lebendige Infusorien unter der Einwirkung des Lichtes befinden, eine Quelle von Sauerstoffgas sich bildet; es bleibt gewiß, daß von dem Augenblicke an, wo diese Thiere in dem Wasser wahrgenommen werden, dieses Wasser aufhört, schädlich oder nachtheilig auf Pflanzen oder Thiere zu wirken, denn es ist unmöglich anzunehmen, daß sich reines Sauerstoffgas aus einem Wasser entwickeln kann, was noch irgend faulende oder verwesende Materien enthält, welche die Fähigkeit haben, sich mit diesem Sauerstoff zu verbinden. Es ist nun klar, daß wenn wir einem solchen Wasser irgend einen Pflanzen- oder Thierstoff in faulendem oder verwesendem Zustande zusetzen, so wird dieser Stoff neben der Sauerstoffquelle in unendlich viel kürzerer Zeit in die letzten Pro-

*) 100 Cubiczoll Wasser, mit Luft gesättigt, enthalten in der Form von Luft nach den Versuchen von Humboldt und Gay-Lussac, noch nicht über 1,6 C.-Zoll Sauerstoffgas.

ducte ſeiner Oxydation aufgelöſ't werden, als wenn dieſe Infuſorien darin fehlen. In dieſen Thieren oder vielleicht nur in gewiſſen Klaſſen derſelben, in dem reinen Sauerſtoff, der in einer uns unbegreiflichen Weiſe ihr Erſcheinen begleitet, erkennen wir demnach die wunderbarſte und weiſeſte Urſache, welche in dem Waſſer alle das Leben der höheren Thierklaſſen vernichtende Subſtanzen daraus entfernt und an ihrem Platze Nahrungsſtoff für die Pflanzen (Kohlenſäure) und das zur Reſpiration der Thiere unentbehrliche Sauerſtoffgas ſchaffen. Sie können nicht die Urſachen der Fäulniß, der Erzeugung giftiger, auf das Pflanzen- und Thierleben wirkender Producte ſein, ſondern ſie ſind vorhanden, ſie erſcheinen um den Uebergang der Elemente faulender organiſcher Materien in die letzten Producte zu beſchleunigen.

Unter den Pilzen und Schwämmen giebt es viele Arten, welche ohne alles Licht ſich entwickeln, deren Zunahme an Maſſe, deren Leben, begleitet iſt von allen Erſcheinungen, welche das Thierleben charakteriſiren, ſie verderben die Luft, indem ſie Sauerſtoff abſorbiren und Kohlenſäure aushauchen; in chemiſcher Beziehung verhalten ſie ſich wie Thiere, denen die Bewegung mangelt. (Siehe Anhang zu Theil II.)

Im Gegenſatz zu dieſer Klaſſe von Weſen, welche kaum Pflanzen zu nennen ſind, giebt es lebendige Geſchöpfe mit Bewegung begabt und den Organen verſehen, welche die Thiere charakteriſiren, die ſich im Lichte verhalten wie die grünen Pflanzen, welche, indem ſie ſich vergrößern und vermehren, Quellen ſchaffen von Sauerſtoff, der durch ſie überall hingelangt, wo ſein Zutritt in der Form von Luft gehindert oder verſchloſſen iſt.

Die Verweſung der Holzfaſer.

Die Verwandlung der Holzfaſer in die Materien, welche man Humus und Moder genannt hat, iſt durch ihren Einfluß auf die Vegetation einer der merkwürdigſten Zerſetzungsproceſſe, welche in der Natur vor ſich gehen.

Von einer andern Seite ſcheint die Verweſung nicht minder wichtig, inſofern ſie der große Naturproceß iſt, in welchem die Vegetabilien den Sauerſtoff an die Atmoſphäre wieder zurückgeben, den ſie im lebenden Zuſtande derſelben entzogen haben.

Wir haben bei der Holzfaſer drei in ihren Reſultaten verſchiedene Zerſetzungsweiſen in Betracht zu ziehen.

Die eine geht vor ſich im befeuchteten Zuſtande, bei freiem und ungehindertem Zutritt der Luft, die zweite bei Abſchluß der Luft, und die dritte, wenn die Holzfaſer, mit Waſſer bedeckt, ſich in Berührung befindet mit faulenden organiſchen Stoffen.

In trockner Luft oder unter Waſſer erhält ſich die Holzfaſer, wie man weiß, Jahrtauſende ohne bedeutende Veränderung, aber ſie kann im befeuchteten Zuſtande mit der Atmoſphäre nicht in Berührung gebracht werden, ohne von dem Augenblick an eine Veränderung zu erleiden, ſie verwandelt ohne Aenderung des Volumens den umgebenden Sauerſtoff, wie ſchon erwähnt, in Kohlenſäure, und geht nach und nach in eine gelbbraune, braune oder ſchwarze Materie von geringem Zuſammenhang über.

In den Verſuchen von de Sauſſure verwandelten 240 Th. trockne Eichenſpäne 10 Cubiczoll Sauerſtoff in eben ſo viel kohlenſaures Gas, welches 3 Gewichtstheile Kohlenſtoff enthält; das Gewicht der Späne fand ſich aber um 15 Th. vermindert. Es hatten ſich demnach hierbei noch 12 Gewichtstheile Waſſer von den Elementen des Holzes getrennt.

Kohlenſäure, Waſſer und Moder oder Humus ſind mithin die Producte der Verweſung des Holzes.

Wir haben angenommen, daß das Waſſer aus dem Waſſerſtoff des Holzes entſteht, der ſich mit dem Sauerſtoff der Atmoſphäre verbindet, und daß in dem Acte dieſer Oxydation Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure ſich von den Elementen des Holzes trennen.

Es iſt ſchon früher erwähnt worden, daß die reine Holzfaſer Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enhält. Der Humus entſteht aber nicht durch Verweſung der Holzfaſer allein, ſondern auch durch Verweſung des Holzes, was außer der reinen Holzfaſer noch fremde, lösliche und unlösliche organiſche Stoffe enthält.

Das relative Verhältniß der Elemente des Eichenholzes iſt deshalb ein anderes als beim Buchenholz, und beide ſind wieder in ihrer Zuſammenſetzung verſchieden von der reinen Holzfaſer, die ſich in allen Vegetabilien gleichbleibt. Die Unterſchiede ſind nichts deſto weniger ſo unbedeutend, daß ſie in den Fragen, die wir einer Discuſſion unterwerfen, unbeachtet bleiben können, um ſo mehr, da der Gehalt an dieſen Materien je nach der Jahreszeit wechſelt.

Nach den mit Sorgfalt von Gay-Luſſac und Thénard ausgeführten Analyſen des bei 100° getrockneten und mit Waſſer und Weingeiſt von allen darin löslichen Theilen

befreiten Eichenholzes enthielt daſſelbe 52,53 Kohlenſtoff und 47,47 Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem Verhältniß wie im Waſſer.

Es iſt nun früher erwähnt worden, daß ſich das feuchte Holz im Sauerſtoff gerade ſo verhält, wie wenn ſich ſein Kohlenſtoff direct mit dem Sauerſtoff verbunden hätte, es entſteht nämlich gasförmige Kohlenſäure und Humus.

Wenn die Wirkung des Sauerſtoffs ſich ausſchließlich auf den Kohlenſtoff des Holzes erſtreckt haben würde, wäre weiter nichts als Kohlenſtoff von den Beſtandtheilen des Holzes hinweggenommen worden, ſo müßte man die übrigen Elemente unverändert, aber mit weniger Kohlenſtoff verbunden, in dem Humus wiederfinden. Das Endreſultat dieſer Einwirkung würde demnach ein gänzliches Verſchwinden des Kohlenſtoffs ſein, es würden zuletzt nur die Elemente des Waſſers übrig bleiben.

Wenn wir aber das verweſende Holz in den verſchiedenen Stadien ſeiner Verweſung einer Unterſuchung unterwerfen, ſo gelangen wir zu dem merkwürdigen Reſultat, daß der Kohlenſtoff des rückſtändigen feſten Products beſtändig zunimmt, daß alſo, abgeſehen von der Kohlenſäurebildung durch den Einfluß der Luft, die Veränderung des Holzes in Humus als eine Trennung der Beſtandtheile des Waſſers von dem Kohlenſtoff ſich darſtellt.

Die Analyſe lieferte nämlich von vermodertem Eichenholze, was aus dem Innern eines hohlen Eichſtammes genommen worden war, eine chokoladebraune Farbe beſaß, und noch vollkommen die Structur des Holzes zeigte, in 100 Theilen 53,36 Kohlenſtoff und 46,44 Waſſerſtoff und Sauerſtoff, in dem Verhältniß, wie im Waſſer. Eine andere Probe von einer andern Eiche, von lichtbrauner Farbe,

leicht zerreiblich zu feinem Pulver, gab 56,211 Kohlenſtoff und 43,789 Waſſer.

Aus dieſen unverwerflichen Thatſachen ergab ſich bis zur Evidenz die Gleichheit der Verweſung des Holzes mit allen anderen langſamen Verbrennungen waſſerſtoffreicher Materien. Wie ſonderbar würde in der That dieſe Verbrennung ſich darſtellen, wenn der Kohlenſtoff des Holzes direct ſich mit dem Sauerſtoff verbände, eine Verbrennung, wo der Kohlegehalt des verbrennenden Körpers, anſtatt abzunehmen, ſich beſtändig vergrößert. Es iſt offenbar der Waſſerſtoff, der auf Koſten des Sauerſtoffs der Luft oxydirt wird, die Kohlenſäure ſtammt von den Elementen des Holzes; nie, unter keinerlei Bedingungen vereinigt ſich bei gewöhnlicher Temperatur der Kohlenſtoff direct mit dem Sauerſtoff zu Kohlenſäure.

In welchem Stadium der Verweſung das Holz ſich auch befinden mag, ſtets müſſen darin die Elemente ausdrückbar ſein durch die Aequivalentenzahlen.

Die folgenden Formeln drücken dieſe Verhältniſſe mit großer Schärfe aus:

$C_{36} H_{44} O_{22}$ Eichenholz, nach Gay-Luſſac und Thénard*),

$C_{35} H_{40} O_{20}$ Humus von Eichenholz (Meyer**),

$C_{34} H_{36} O_{18}$ » » » (Dr. Will***).

Man beobachtet leicht, daß für je 2 Aequivalente Waſſerſtoff, der ſich oxydirt, 2 Atome Sauerſtoff und 1 Aequivalent Kohlenſtoff von den übrigen Elementen abgeſchieden werden.

---

*) Die Rechnung giebt 52,5 Kohlenſtoff und 47,5 Waſſer.

**) Die Rechnung giebt 54 Kohlenſtoff und 46 Waſſer.

***) Die Rechnung giebt 56 Kohlenſtoff und 44 Waſſer.

Unter den gewöhnlichen Bedingungen bedarf die Pflanzenfaſer zu ihrer Verweſung einer ſehr langen Zeit; ſie wird, wie ſich von ſelbſt verſteht, ausnehmend beſchleunigt durch erhöhte Temperatur und ungehinderten, freien Zutritt der Luft, ſie wird aufgehalten und verlangſamt durch Abweſenheit von Feuchtigkeit und durch Umgebung mit einer Atmoſphäre von Kohlenſäure, durch welche letztere der Zutritt des Sauerſtoffs zu der verweſenden Materie abgeſchloſſen wird.

Schweflige Säure, alle antiſeptiſchen Materien halten die Verweſung der Pflanzenfaſer auf; man hat bekanntlich Queckſilberſublimat, welcher die Fähigkeit zu faulen, gähren und verweſen aller, auch der am leichteſten veränderlichen vegetabiliſchen und thieriſchen Stoffe gänzlich vernichtet, als das kräftigſte Mittel in Anwendung gebracht, um das Holz, was zum Schiffbau dient und dem abwechſelnden Zutritt von Feuchtigkeit und Luft ausgeſetzt iſt, vollkommen vor der Verweſung zu ſchützen.

Auf der andern Seite wird durch die Berührung mit Alkalien und alkaliſchen Erden, welche die Abſorption des Sauerſtoffs ſelbſt in denjenigen Subſtanzen zu erwirken vermögen, denen an und für ſich dieſe Fähigkeit abgeht, wie beim Alkohol (S. 385), der Gallusſäure, dem Gerbeſtoff, den vegetabiliſchen Farbeſtoffen (S. 381), die Verweſung der vegetabiliſchen Materien im Allgemeinen ausnehmend befördert. Durch die Gegenwart von Säuren wird ſie im Gegentheil aufgehalten und verlangſamt.

In ſchwerem Lehmboden hält ſich die eine Bedingung zur Verweſung der darin enthaltenen vegetabiliſchen Stoffe, die Feuchtigkeit nämlich, am längſten, allein ein feſter Zuſammenhang hindert die häufige Berührung mit der Luft.

In feuchtem Sandboden und namentlich in einem aus

kohlenſaurem Kalk und Sand gemengten Boden geht durch die Berührung mit dem ſchwach alkaliſchen Kalk die Verweſung am ſchnellſten von Statten.

Betrachten wir nun die Verweſung der Holzfaſer in einer unendlich langen Zeit, indem wir die Bedingung ihrer Veränderung, nämlich die fortſchreitende Hinwegnahme ihres Waſſerſtoffs in der Form von Waſſer, und die Trennung ihres Sauerſtoffs in der Form von Kohlenſäure feſthalten, ſo iſt klar, daß wenn wir von der Formel C_{36} H_{44} O_{22} die 22 Aeq. Sauerſtoff mit 11 Aeq. Kohlenſtoff abziehen und die 22 Aeq. Waſſerſtoff ($H_2 = 1$ Aeq.) uns durch den Sauerſtoff der Luft orydirt und in der Form von Waſſer abgeſchieden denken, daß von 1 At. Eichenholz zuletzt 25 At. Kohlenſtoff in reinem Zuſtande übrig bleiben werden, d. h. von 100 Th. Eichenholz, welche 52,5 Kohlenſtoff enthalten, werden 36,5 Th. Kohle übrig bleiben, welche als reiner Kohlenſtoff, dem die Fähigkeit, bei gewöhnlicher Temperatur ſich zu orydiren, gänzlich abgeht, ſich unverändert erhalten werden.

Zu dieſem Endreſultat gelangen wir bei der Verweſung des Holzes unter den gewöhnlichen Bedingungen nicht, und zwar deshalb nicht, weil mit der Zunahme des Kohlenſtoffs in dem rückſtändigen Humus, mit ſeiner Maſſe alſo, wie bei allen Zerſetzungen dieſer Art, die Größe ſeiner Anziehung zu dem Waſſerſtoff, der noch in Verbindung bleibt, wächſt, bis zuletzt die Verwandtſchaft des Sauerſtoffs zu dieſem Waſſerſtoff und die des Kohlenſtoffs zu demſelben Körper ſich gegenſeitig im Gleichgewicht halten.

Wir finden aber in demſelben Grade, als ſeine Verweſung vorgeſchritten iſt, eine Abnahme der Fähigkeit, mit Flamme zu verbrennen, d. h. bei ſeinem Erhitzen gasförmige

Kohlenwaſſerſtoffverbindungen zu bilden; das verfaulte Holz verbrennt beim Anzünden ohne Flamme, es verglimmt nur, und hieraus kann kein anderer Schluß gezogen werden, als der, daß der Waſſerſtoff, den die Analyſe nachweiſ't, nicht mehr in der Form darin enthalten iſt, wie im Holz.

In dem verfaulten Eichenholze finden wir mehr Kohlenſtoff; wir finden ferner Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem nämlichen Verhältniß wie im friſchen Holz.

Der Natur der Sache nach ſollte es mit der Zunahme an Kohlenſtoff eine leuchtendere, kohlenreichere Flamme bilden, es verbrennt im Gegentheil, wie feinzertheilte Kohle, wie wenn kein Waſſerſtoff darin vorhanden wäre. Im gewöhnlichen Leben, wo die Anwendung des Holzes als Brennmaterial auf ſeiner Fähigkeit beruht, mit Flamme zu brennen, hat deshalb das verfaulte oder kranke Holz einen weit geringern Handelswerth. Wir können uns dieſen Waſſerſtoff in keiner andern Form, als in der des Waſſers denken, weil ſie allein genügende Rechenſchaft über dieſes Verhalten giebt.

Denken wir uns die Verweſung in einer Flüſſigkeit vor ſich gehen, welche reich iſt an Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, ſo wird, ähnlich wie bei der Erzeugung der kohlenreichſten, kryſtalliniſchen Subſtanz, des farbloſen Naphthalins aus gasförmigen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen, eine an Kohlenſtoff ſtets reichere Verbindung gebildet werden, aus der ſich zuletzt als Endreſultat ihrer Verweſung Kohlenſtoff in Subſtanz und zwar kryſtalliniſch abſcheiden muß.

Die Wiſſenſchaft bietet in allen Erfahrungen, die man kennt, außer dem Proceſſe der Verweſung, keine Analogien für die Bildung und Entſtehung des Diamants dar. Man weiß gewiß, daß er ſeine Entſtehung nicht dem Feuer ver-

dankt, denn hohe Temperatur und Gegenwart von Sauerſtoff ſind mit ſeiner Verbrennlichkeit nicht vereinbar; man hat im Gegentheil überzeugende Gründe, daß er auf naſſem Wege, daß er in einer Flüſſigkeit ſich gebildet hat, und der Verweſungsproceß allein giebt eine bis zu einem gewiſſen Grade befriedigende Vorſtellung über ſeine Entſtehungsweiſe.

So ſind der Bernſtein, die foſſilen Harze und die Säure in dem Honigſtein die Begleiter von Vegetabilien, welche den Verweſungsproceß erlitten haben; ſie finden ſich in Braunkohlen, und ſind offenbar durch einen ähnlichen Zerſetzungsproceß aus Subſtanzen entſtanden, die in einer ganz andern Form in den lebenden Pflanzen enthalten waren, ſie zeichnen ſich alle durch einen verhältnißmäßig geringen Waſſerſtoffgehalt aus, und von der Honigſteinſäure weiß man, daß ſie das nämliche Verhältniß im Kohlenſtoff und Sauerſtoffgehalt enthält, wie die Bernſteinſäure*), und daß die letztere ſich nur durch ihren Waſſerſtoffgehalt davon unterſcheidet.

*) Aus Wachs und allen feſten Fetten läßt ſich durch einen Oxydationsproceß Bernſteinſäure hervorbringen.

Dammerde.

Unter Dammerde (terreau) verſteht man ein Gemenge von verwitterten Mineralſubſtanzen mit Ueberreſten vegetabiliſcher und Thierſtoffe; ihrer ganzen Beſchaffenheit nach läßt ſie ſich als Erde betrachten, in welcher ſich Humus im Zuſtande der Zerſetzung befindet. Ihre Wirkungsweiſe auf die Luft iſt durch die Verſuche von Ingenhouß und de Sauſſure auf's klarſte ermittelt worden.

In einem mit Luft gefüllten Gefäße, in befeuchtetem Zuſtande entzieht ſie derſelben, mit noch größerer Schnelligkeit als das faule Holz, allen Sauerſtoff und erſetzt ihn durch ein gleiches Volumen Kohlenſäure. Wird die Kohlenſäure hinweggenommen und die Luft erneuert, ſo wiederholt ſich dieſe Umwandlung.

Kaltes Waſſer löſ't aus der Dammerde nahe $^1/_{10000}$ ihres Gewichts auf; dieſe Auflöſung iſt farblos und klar, und giebt abgedampft einen Rückſtand, welcher Kochſalz, Spuren von ſchwefelſaurem Kalk und Kali enthält und ſich beim Glühen vorübergehend ſchwärzt. Kochendes Waſſer färbt ſich mit Dammerde gelb oder gelbbraun; dieſe Auflöſung entfärbt ſich an der Luft unter Abſorption von Sauerſtoff, unter Bildung eines ſchwarzen leichten Bodenſatzes; im gefärbten Zuſtande abgedampft giebt ſie einen Rückſtand, der ſich beim Glühen ſchwärzt und eine Maſſe hinterläßt, aus der durch Waſſer kohlenſaures Kali ausgezogen wird.

Behandelt man die Dammerde mit einer Auflöſung von Kali, ſo erhält man eine ſchwarzgefärbte Flüſſigkeit, welche mit Eſſigſäure ohne Trübung vermiſcht werden kann. Verdünnte Schwefelſäure ſchlägt daraus leichte braunſchwarze Flocken nieder, die ſich durch Waſchen mit Waſſer nur ſchwierig von aller freien Säure befreien laſſen. Wenn man den gewaſchenen Niederſchlag feucht unter eine Glocke mit Sauerſtoffgas bringt, ſo wird daſſelbe raſch eingeſaugt; bei dem Trocknen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur geſchieht dies ebenfalls; mit der Entfernung aller Feuchtigkeit verliert ſie die Fähigkeit, ſich im Waſſer zu löſen auf's vollſtändigſte, ſelbſt Alkalien löſen daraus nur noch Spuren auf.

Es iſt hiernach klar, daß das ſiedende Waſſer aus der Dammerde eine Materie auszieht, deren Löslichkeit durch die Gegenwart der in den Pflanzenüberreſten enthaltenen alkaliſchen Salze vermittelt wurde. Dieſe Subſtanz enthält eine gewiſſe Menge Ammoniak in chemiſcher Verbindung, iſt ein Product der unvollkommenen Verweſung der Holzfaſer; es ſteht in ſeiner Zuſammenſetzung zwiſchen der Holzfaſer und dem eigentlichen Humus, und verwandelt ſich in den letztern durch Ausſetzung im feuchten Zuſtande an die Luft.

Vermoderung.
Papier, Braunkohle und Steinkohle.

Unter Vermoderung begreift man eine Zersetzung des Holzes, der Holzfaser und aller vegetabilischen Körper bei Gegenwart von Wasser und gehindertem Zutritt der Luft.

Die Braunkohle und Steinkohle sind Ueberreste von Vegetabilien der Vorwelt; ihre Beschaffenheit zeigt, daß sie Producte der Zersetzungsprocesse sind, die man mit Fäulniß und Verwesung bezeichnet. Es ist leicht, durch die Analyse derselben die Art und Weise festzustellen, in welcher sich die Bestandtheile geändert haben, in der Voraussetzung, daß ihre Hauptmasse aus Holzfaser entstanden ist.

Um sich eine bestimmte Vorstellung über die Entstehung der Braunkohle und Steinkohle zu verschaffen, ist es nöthig, eine eigenthümliche Veränderung zu betrachten, welche die Holzfaser bei Gegenwart von Feuchtigkeit und dem völligen Abschluß, oder bei gehindertem Zutritt der Luft erfährt.

Es ist bekannt, daß reine Holzfaser, Leinwand z. B., mit Wasser zusammengestellt, sich unter beträchtlicher Wärmeentwickelung zu einer weichen zerreiblichen Masse zersetzt, welche ihren Zusammenhang zum größten Theil verloren hat; es ist dies die Substanz, woraus man, vor der Anwendung des Chlors, Papier bereitete. Auf Haufen geschichtet, bemerkt man während der Erhitzung eine Gasentwickelung, und die

Lumpen erleiden hierbei einen Gewichtsverluſt, welcher auf 18—25 p. c. ſteigt.

Ueberläßt man befeuchtete Holzſpäne ſich ſelbſt in einem verſchloſſenen Gefäße, ſo entwickeln ſie, wie bei Luftzutritt, kohlenſaures Gas; es tritt eine wahre Fäulniß ein; das Holz nimmt eine weiße Farbe an; es verliert ſeinen Zuſammenhang und wird zu einer morſchen zerreiblichen Materie.

Das weiße faule Holz, was man in dem Innern von abgeſtorbenen Holzſtämmen findet, die mit Waſſer in Berührung waren, verdankt der nämlichen Zerſetzung ſeine Entſtehung.

Eine Probe eines weißen faulen Holzes aus dem Innern eines Eichſtammes gab durch die Analyſe bei 100° getrocknet:

Kohlenſtoff	47,11	48,14
Waſſerſtoff	6,31	6,06
Sauerſtoff	45,31	44,43
Aſche	1,27	1,37
	100,00	100,00

Wenn man dieſe Zahlen, in Proportionen ausgedrückt, mit der Zuſammenſetzung des Eichenholzes nach der Analyſe von Gay-Luſſac und Thénard vergleicht, ſo ſieht man ſogleich, daß eine gewiſſe Quantität Kohlenſtoff ſich von den Beſtandtheilen des Holzes getrennt, während der Waſſerſtoffgehalt ſich vergrößert hat. Dieſe Zahlen entſprechen ſehr nahe der Formel $C_{33} H_{54} O_{24}$. (Sie giebt 47,9 Kohlenſtoff, 6,4 Waſſerſtoff und 45,6 Sauerſtoff.)

Mit einer gewiſſen Quantität Sauerſtoff aus der Luft ſind offenbar die Beſtandtheile des Waſſers in die Zuſammenſetzung des Holzes aufgenommen worden, während ſich davon die Elemente der Kohlenſäure getrennt haben.

Fügt man der Zuſammenſetzung der Holzfaſer des Eichenholzes die Elemente zu von 5 At. Waſſer und 2 At. Sauer-

ſtoff, und zieht davon 3 At. Kohlenſäure ab, ſo hat man genau die Formel für das weiße vermoderte Holz.

Holz	C_{36}	H_{44}	O_{22}
Hierzu 5 At. Waſſer . . .		H_{10}	O_5
3 At. Sauerſtoff			O_3
	C_{36}	H_{54}	O_{30}
Hiervon ab 3 At. Kohlenſäure	C_3		O_6
bleibt	C_{33}	H_{54}	O_{24}

Der Proceß der Vermoderung iſt demnach eine gleichzeitig eintretende Fäulniß und Verweſung, in welcher der Sauerſtoff der Luft und die Beſtandtheile des Waſſers Antheil nehmen. Je nachdem der Zutritt des Sauerſtoffs mehr oder weniger gehindert wird, muß ſich die Zuſammenſetzung des weißen Moders ändern. Weißes vermodertes Buchenholz gab in der Analyſe 47,67 Kohlenſtoff, 5,67 Waſſerſtoff und 46,68 Sauerſtoff, entſprechend der Formel C_{33} H_{50} O_{24}.

Die Zerſetzung des Holzes nimmt alſo zweierlei Formen an, je nachdem der Zutritt der Luft ungehindert oder gehemmt einwirkt, in beiden Fällen erzeugt ſich Kohlenſäure; im letztern Falle tritt eine gewiſſe Menge Waſſer in chemiſche Verbindung.

Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß bei dieſem Fäulnißproceß, wie bei allen anderen, der Sauerſtoff des Waſſers Antheil genommen hat an der Bildung der Kohlenſäure.

Die Braunkohle muß auf ähnliche Weiſe durch einen der Vermoderung ähnlichen Zerſetzungsproceß entſtanden ſein; es iſt aber nicht leicht, eine Braunkohle zu finden, die ſich zu einer Analyſe eignet; ſie ſind meiſtens mit reſinöſen oder erdigen Materien durchdrungen, durch welche die Zuſammenſetzung der Theile, die von der Holzfaſer ſtammen, weſentlich geändert wird. Unter allen Braunkohlenarten ſind die,

welche in der Wetterau in zahlreich verbreiteten Lagern vorkommen, durch unveränderte Holzstructur und durch Mangel an Bitumen ausgezeichnet; zu der folgenden Analyse wurde ein Stück gewählt, in dem man die Jahrringe noch zählen konnte; sie wird in der Nähe von Laubach gewonnen; von diesem Stück enthielten 100 Theile

Kohlenstoff	57,28
Wasserstoff	6,03
Sauerstoff	36,10
Asche	0,59
	100,00

Von vorn herein fällt bei dieser Braunkohle der größere Gehalt von Kohlenstoff, bei dem bei weitem geringern an Sauerstoff, in die Augen; es ist klar, daß von dem Holz, aus dem sie entstanden ist, eine gewisse Menge Sauerstoff sich getrennt hat. In Verhältnißzahlen wird diese Aualyse genau durch die Formel $C_{33}\ H_{42}\ O_{16}$ ausgedrückt. (Sie giebt 57,5 Kohlenstoff und 5,98 Wasserstoff.)

Verglichen mit der Analyse des Eichenholzes, ist die Braunkohle aus Holzfaser entstanden, von der sich 1 Aeq. Wasserstoff und die Elemente von 3 Atomen Kohlensäure getrennt haben.

1 At. Holz	$C_{36}\ H_{44}\ O_{22}$
minus 1 Aeq. Wasserstoff und 3 At. Kohlensäure	$C_3\ H_2\ O_6$
Braunkohle	$C_{33}\ H_{42}\ O_{16}$

Alle Braunkohlen, von welcher Lagerstätte sie aufgenommen werden mögen, enthalten mehr Wasserstoff, als das Holz; sie enthalten weniger Sauerstoff, als nöthig ist, um mit diesem Wasserstoff Wasser zu bilden; alle sind demnach durch einerlei Zersetzungsproceß entstanden. Der Wasserstoff des

Holzes blieb entweder unverändert in demſelben oder es iſt Waſſerſtoff von außen hinzugetreten.

Die Analyſe einer Braunkohle, welche in der Nähe von Caſſel bei Ringkuhl vorkommt, und in der nur ſelten Stücke mit Holzſtructur ſich finden, gab bei 100° getrocknet:

Kohlenſtoff	62,60	63,83
Waſſerſtoff	5,02	4,80
Sauerſtoff	26,52	25,51
Aſche	5,86	5,86
	100,00	100,00

Die obigen Verhältniſſe an Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff laſſen ſich ſehr nahe durch die Formel $C_{32} H_{30} O_9$ ausdrücken, oder durch die Beſtandtheile des Holzes, von dem ſich die Elemente von Kohlenſäure, Waſſer und 2 Aeq. Waſſerſtoff getrennt haben.

$C_{36} H_{44} O_{22}$ = Holz

Hiervon ab $C_4 H_{14} O_{13}$ = 4 At. Kohlenſäure + 5 At. Waſſer + 4 At. Waſſerſtoff.

$C_{32} H_{30} O_9$ = Braunkohle von Ringkuhl.

Die Bildung beider Braunkohlen iſt, wie dieſe Formeln ergeben, unter Umſtänden vor ſich gegangen, wo die Einwirkung der Luft, durch welche eine gewiſſe Menge Waſſerſtoff oxydirt und hinweggenommen wurde, nicht ganz ausgeſchloſſen war; in der That findet ſich die Laubacher Kohle durch ein Baſaltlager, durch das ſie bedeckt wird, in höchſt unvollkommner Berührung mit der Luft; die Kohle von Ringkuhl war von der unterſten Schicht des Kohlenlagers genommen, welches eine Mächtigkeit von 90 — 120 Fuß beſitzt.

Bei der Entſtehung der Braunkohle haben ſich demnach entweder die Elemente der Kohlenſäure allein, oder gleichzeitig mit einer gewiſſen Menge Waſſer von den Beſtand-

theilen des Holzes getrennt; es ist möglich, daß die höhere Temperatur und der Druck, unter welchen die Zersetzung vor sich ging, die Verschiedenheit der Zersetzungsweise bedingten, wenigstens gab ein Stück Holz, welches ganz die Beschaffenheit und das Aussehen der Laubacher Braunkohle besaß, und in diesen Zustand durch mehrwöchentliches Verweilen in dem Kessel einer Dampfmaschine versetzt worden war (in der Maschinenfabrik des Herrn Oberbergraths Henschel in Cassel) eine ganz ähnliche Zusammensetzung.

Die Veränderung ging in Wasser vor sich, was eine Temperatur von 150 — 160° besaß, und einem entsprechenden Druck ausgesetzt war, und diesem Umstande ist unstreitig auch die höchst geringe Menge Asche zuzuschreiben, die dieses Holz nach dem Verbrennen hinterließ; sie betrug 0,51 p. c., also noch etwas weniger als die der Laubacher Braunkohle. Die von Berthier untersuchten Pflanzen hinterlassen ohne Ausnahme eine bei weitem größere Quantität.

Die eigenthümliche Zersetzungsweise der vorweltlichen Vegetabilien, d. h. eine fortschreitende Trennung von Kohlensäure, scheint noch jetzt in großen Tiefen in allen Braunkohlenlagern fortzudauern; es ist zum wenigsten höchst bemerkenswerth, daß vom Meißner in Kurhessen an bis zur Eifel hin, wo diese Lager sehr häufig sind, an eben so vielen Orten Säuerlinge zu Tage kommen. Diese Mineralquellen bilden sich auf dem Platze selbst, wo sie vorkommen, aus süßem Wasser, was aus der Tiefe kommt, und aus Kohlensäuregas, was gewöhnlich von der Seite zuströmt.

In der Nähe der Braunkohlenlager von Salzhausen befand sich vor einigen Jahren ein vortrefflicher Säuerling, welcher von der ganzen Umgegend in Gebrauch genommen war; man beging den Fehler, diese Quelle in Sandstein zu fassen,

mit dem die Seitenöffnungen, aus welchen das Gas strömte, zugemauert wurden. Von diesem Augenblicke an hatte man süßes Quellwasser.

In einer geringen Entfernung von den Braunkohlenlagern von Dorheim entspringt die an Kohlensäure überaus reiche Schwalheimer Mineralquelle, bei welcher Herr Salinendirector Wilhelmi längst beim Ausräumen die Beobachtung gemacht hat, daß sie sich auf dem Platze selbst aus süßem Wasser, was von unten, und kohlensaurem Gas, was von der Seite kommt, bildet. Die nämliche Erfahrung wurde von Herrn Oberbergrath Schapper bei dem berühmten Fachinger Brunnen gemacht.

Das kohlensaure Gas von den Kohlensäurequellen in der Eifel ist nach Bischoff nur selten gemengt mit Stickgas und Sauerstoffgas; es ist höchst wahrscheinlich, daß es seinen Ursprung einer ähnlichen Ursache verdankt; die Luft scheint wenigstens nicht den geringsten Antheil an der Bildung derselben in den eigentlichen Säuerlingen zu nehmen; sie kann in der That weder durch eine Verbrennung in niederer, noch in höherer Temperatur gebildet worden sein; denn in diesem Fall würde das kohlensaure Gas auch bei der vollkommensten Verbrennung mit $^4/_5$ Stickgas gemengt sein, allein es enthält keine Spur Stickgas. Die Blasen, welche unabsorbirt durch das Wasser der Mineralquellen in die Höhe steigen, werden bis auf einen unmeßbaren Rückstand von Kalilauge aufgenommen.

Die Dorheimer und Salzhäuser Braunkohlen sind offenbar durch eine ähnliche Ursache entstanden, wie die Laubacher, die in der Nähe vorkommen, und da diese genau die Elemente der Holzfaser, minus einer gewissen Quantität Kohlensäure enthalten, so scheint sich aus dieser Zusammensetzung von selbst eine Erklärung zu ergeben.

Daß übrigens die Luft in den oberen Lagern der Braunkohlenschichten unaufhörlich eine fortschreitende Veränderung, nämlich eine Verwesung bewirkt, durch welche ihr Wasserstoff wie beim Holze hinweggenommen wird, giebt das Verhalten derselben beim Verbrennen und die fortschreitende Bildung von Kohlensäure in den Gruben zu erkennen.

Die Gase, welche die Arbeit in Braunkohlenwerken gefährlich machen, sind nicht wie in anderen Gruben entzündlich und brennbar, sondern sie bestehen gewöhnlich aus kohlensaurem Gas, was nur selten eine Beimischung von brennbarem Gas enthält.

Die Braunkohlen aus der mittlern Schicht des Lagers bei Ringkuhl geben in der Analyse 65,40—64,01 Kohlenstoff auf 3,75—4,76 *) Wasserstoff, also auf dasselbe Verhältniß von Kohlenstoff bei weitem weniger Wasserstoff, als die aus größerer Tiefe genommenen.

Die Braunkohlen und Steinkohlen sind begleitet von Schwefelkies oder Schwefelzink, die sich aus schwefelsauren Salzen bei Gegenwart von Eisen und Zink bei allen Fäulnißprocessen vegetabilischer Stoffe noch heute bilden; es ist denkbar, daß der Sauerstoff der schwefelsauren Salze in dem Innern der Braunkohlenlager es ist, durch welchen die Hinwegnahme des Wasserstoffs, den sie weniger als das Holz enthalten, bewirkt wird.

Nach den Analysen von Richardson und Regnault wird die Zusammensetzung der brennbaren Materien der Splintkohle von Newcastle und der Cannelkohle von Lancashire

*) Die angeführten Analysen der Ringkuhler Braunkohle sind von Herrn Kühnert aus Cassel, sowie alle in diesem Werke überhaupt erwähnten in dem hiesigen Laboratorium ausgeführt worden.

durch die Formel $C_{24} H_{26} O$ ausgedrückt. Verglichen mit der Zusammensetzung der Holzfaser ist sie daraus entstanden, indem sich von ihren Elementen, in der Form von brennbaren Oelen, Sumpfgas und kohlensaurem Gas, gewisse Quantitäten getrennt haben; nehmen wir von der Zusammensetzung der Holzfaser 3 At. Sumpfgas, 3 At. Wasser und 9 At. Kohlensäure hinweg, so haben wir die Zusammensetzung der beiden Steinkohlenarten

		$C^{36} H^{44} O^{22}$ Holz, hiervon abgezogen,
3 At. Sumpfgas	$C_3 H_{12}$	
3 At. Wasser	$H_6 O_3$	
9 At. Kohlensäure	$C_9 O_{18}$	$C_{12} H_{18} O_{21}$
Steinkohle		$C_{24} H_{26} O$

Das Sumpfgas ist der gewöhnliche Begleiter aller Steinkohlen, andere enthalten durch Destillation mit Wasser abscheidbare flüchtige Oele (Reichenbach). Das Steinöl mag in den meisten Fällen einem ähnlichen Zersetzungsprocesse seinen Ursprung verdanken.

Die Backkohle von Caresfield bei Newcastle enthält die Elemente der Cannelkohle, von denen sich die Bestandtheile des ölbildenden Gases $C_4 H_8$ getrennt haben.

Die brennbaren entzündlichen Gase, welche aus den Spalten in Steinkohlenlagern oder den Gebirgsarten strömen, in denen Steinkohlen sich vorfinden, enthalten nach einer zuverlässigen Untersuchung von Bischoff ohne Ausnahme kohlensaures Gas, ferner Sumpfgas, ölbildendes Gas, was vor Bischoff nicht beobachtet worden ist, und Stickgas. Nach der Absorption der Kohlensäure durch Kali gab das Grubengas:

	aus einem verlaſſenen Stollen bei Walleswei-ler.	aus dem Gerhardsſtollen bei Louiſenthal.	aus einer Grube im Schaumburgiſchen bei Liekwege.
	Vol.	Vol.	Vol.
Leichtes Kohlenwaſſerſtoffgas . . .	91,36	83,08	89,10
Oelbildendes Gas .	6,32	1,98	6,11
Stickgas	2,32	14,94	4,79
	100,00	100,00	100,00

Die Entwicklung dieſer Gaſe beweiſ't auf eine unzweideutige Weiſe, daß auch in den Steinkohlenlagern unaufhörlich fortſchreitende Veränderungen vor ſich gehen.

In den Braunkohlenlagern beobachten wir eine fortſchreitende Trennung von Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure, in Folge welcher das Holz nach und nach der Zuſammenſetzung der Steinkohle ſich nähern muß; in den Steinkohlenlagern trennt ſich von den Beſtandtheilen der Kohle Waſſerſtoff in der Form von Kohlenwaſſerſtoffverbindungen; eine völlige Abſcheidung von Waſſerſtoff würde die Kohle in Anthracit überführen.

Die Formel $C_{36} H_{44} O_{22}$, welche für das Holz angegeben iſt, iſt als der empiriſche Ausdruck der Analyſe gewählt worden, um alle Metamorphoſen, welcher die Holzfaſer fähig iſt, unter einem gemeinſchaftlichen Geſichtspunkte betrachten zu können.

Wenn nun auch die Richtigkeit der Formel als theoretiſcher Ausdruck bis zu dem Zeitpunkte in Zweifel geſtellt werden muß, wo wir die Conſtitution der Holzfaſer mit Sicherheit kennen, ſo kann dies nicht den geringſten Einfluß auf die Betrachtungen haben, zu denen wir in Beziehung auf die Veränderungen gelangt ſind, welche die Holzfaſer nothwendig

erlitten haben muß, um in Braun- oder Steinkohle überzugehen. Der theoretische Ausdruck bezieht sich auf die Summe, der empirische auf das relative Verhältniß allein, in welchem die Elemente zu Holzfaser zusammengetreten sind. Welche Form dem erstern auch gegeben werden mag, der empirische Ausdruck bleibt damit ungeändert.

Gift, Contagien, Miasmen.

Eine große Anzahl chemischer Verbindungen, sowohl anorganischer, als solcher, die in Thieren und Pflanzen gebildet werden, bringen in dem lebenden thierischen Organismus eigenthümliche Veränderungen, Krankheitsprocesse hervor; die Lebensfunctionen einzelner Organe werden gestört, und bei einer gewissen Steigerung derselben erfolgt der Tod.

Die Wirkung anorganischer Verbindungen, von Säuren, Alkalien, Metalloxyden und Salzen, ist in den meisten Fällen leicht erklärbar, sie wirken entweder den Zusammenhang einzelner Organe aufhebend, oder sie gehen Verbindungen damit ein.

Die Wirkung der Substanzen, welche den Organismus zerstören, von concentrirter Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, Kalihydrat ꝛc. läßt sich mit der eines Stückes Eisen vergleichen, mit welchem, wenn es in den Zustand des Glühens oder in den eines scharf geschliffenen Messers ver-

ſetzt wird, durch Verletzung gewiſſer Organe der Tod herbeigeführt werden kann; ſie laſſen ſich im engern Sinne nicht als Gift betrachten, da ihre giftige Wirkung von ihrem Zuſtande abhängig iſt.

Die Wirkung der eigentlichen anorganiſchen Gifte beruht in den meiſten Fällen auf der Bildung einer chemiſchen Verbindung des Giftes mit den Beſtandtheilen der Organe, ſie beruht auf einer chemiſchen Verwandtſchaftsäußerung, welche ſtärker iſt, als die Lebensthätigkeit.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anſchauung zu gelangen, die Wirkung von anorganiſchen Subſtanzen überhaupt, ſo finden wir, daß eine gewiſſe Klaſſe von löslichen Verbindungen, verſchiedenen Theilen des Körpers dargeboten, in das Blut aufgenommen werden, aus welchem ſie wieder durch die Secretionsorgane verändert oder unverändert abgeſchieden werden.

Jodkalium, Schwefelcyankalium, Blutlaugenſalz, Salpeter, chlorſaures Kali, kieſelſaures Kali und im Allgemeinen Salze mit alkaliſcher Baſis, welche Menſchen und Thieren in verdünnten Löſungen innerlich oder äußerlich gegeben werden, laſſen ſich im Blute, Schweiße, im Chylus, in der Galle, in den Milzvenen unverändert nachweiſen, ohne Ausnahme werden ſie zuletzt durch die Harnwege aus dem Körper wieder entfernt.

Dieſe Materien bringen, jedes für ſich, eine beſondere Art von Störung in dem Organismus hervor, ſie üben eine mediciniſche Wirkung aus, allein ſie haben in ihrem Wege durch den Organismus keine Zerſetzung erlitten, und wenn ſie die Fähigkeit hatten, eine Verbindung in irgend einem Theile des Körpers einzugehen, ſo war dieſe nicht feſter Art, denn ihr Wiedererſcheinen in dem Harne ſetzt voraus, daß

dieſe Verbindung durch die Lebensthätigkeit wieder aufgehoben werden konnte. Neutrale citronenſaure, weinſaure und eſſigſaure Alkalien werden bei ihrem Wege durch den Organismus verändert, ihre Baſen laſſen ſich zwar in dem Harne nachweiſen, allein die Säuren ſind völlig verſchwunden; an ihrer Stelle finden ſich die Baſen mit Kohlenſäure vereinigt (Gilbert, Blane, Wöhler).

Die Verwandlung der genannten pflanzenſauren Alkalien in kohlenſaure Salze ſetzt voraus, daß zu ihren Elementen Sauerſtoff in bedeutender Menge hinzugetreten iſt, denn um z. B. 1 Aeq. eſſigſaures Kali in kohlenſaures zu verwandeln, müſſen 8 Aeq. Sauerſtoff hinzugeführt werden, von denen 2 oder 4 Aeq. (je nachdem ſich neutrales oder ſaures Salz gebildet hat) in der Verbindung mit dem Alkali bleiben, während die anderen 6 oder 4 Aequivalente als freie Kohlenſäure austreten.

Wir bemerken nun in dem lebenden Körper, dem man Salze dieſer Art mitgetheilt hat, kein Zeichen, daß einer ſeiner Beſtandtheile eine ſo große Quantität Sauerſtoff, als zu ihrer Umwandlung nöthig iſt, abgegeben hat, und es bleibt nichts übrig, als dieſe Oxydation dem Sauerſtoff der Luft zuzuſchreiben.

Während ihres Weges durch die Lunge nehmen die Säuren dieſer Salze Antheil an dem eigenthümlichen Verweſungsproceß, welcher in dieſem Organe vor ſich geht, eine gewiſſe Portion des aufgeſaugten Sauerſtoffgaſes tritt an ihre Beſtandtheile und verwandelt den Waſſerſtoff in Waſſer, den Kohlenſtoff in Kohlenſäure. Von der letztern bleibt eine gewiſſe Quantität (1 oder 2 Aeq.) vereinigt mit dem Kali zu einem Salze, welches durch Oxydationsproceſſe keine wei-

tere Veränderung mehr erfährt, es ist dieses Salz, was durch die Nieren oder die Leber wieder abgeschieden wird.

Es ist evident, daß das Vorhandensein dieser pflanzensauren Salze im Blute eine Aenderung in dem Respirationsprocesse herbeiführen mußte; wären sie nicht gegenwärtig gewesen, so würde der eingeathmete Sauerstoff, wie gewöhnlich, an die Bestandtheile des Blutes getreten sein, ein Theil davon hat sich aber mit den Bestandtheilen des Salzes vereinigt und ist nicht in's Blut übergegangen; die unmittelbare Folge davon muß eine verminderte Erzeugung von arteriellem Blute sein, oder was das Nämliche ist, der Respirationsproceß ist verlangsamt worden.

Neutrale citronensaure, weinsaure, essigsaure Alkalien verhalten sich in Berührung mit Luft und mit verwesenden thierischen und vegetabilischen Körpern ganz auf die nämliche Weise wie in der Lunge, sie nehmen Theil an der Verwesung und gehen auf dieselbe Weise wie im lebenden Körper in kohlensaure Salze über; werden ihre wässerigen Lösungen in unreinem Zustande sich selbst überlassen, so verschwinden nach und nach ihre Säuren auf's vollständigste.

Freie Mineral- oder nicht flüchtige Pflanzensäuren, sowie Salze von Mineralsäuren mit alkalischen Basen heben in gewissen Mengen alle Verwesungsprocesse auf, in kleineren Quantitäten wird durch sie der Verwesungsproceß verlangsamt und gehemmt; sie bringen in dem lebenden Körper ähnliche Erscheinungen hervor, wie neutrale pflanzensaure Salze, allein ihre Wirkung hängt von einer andern Ursache ab.

Einer Aufnahme großer Mengen von Mineralsalzen in das Blut, wodurch dem Verwesungsprocesse in der Lunge eine Grenze gesetzt werden könnte, widersetzt sich eine sehr

merkwürdige Eigenschaft aller thierischen Membranen, Häute, Zellgewebe, Muskelfaser ꝛc.

Diese Eigenschaft besteht darin, daß sie unfähig sind, von starken Salzauflösungen durchdrungen zu werden, nur bei einem gewissen Grade der Verdünnung mit Wasser werden sie davon aufgenommen.

Eine trockne Blase bleibt in gesättigten Lösungen von Kochsalz, Salpeter, Blutlaugensalz, Schwefelcyankalium, Bittersalz, Chlorkalium, Glaubersalz, mehr oder weniger trocken, diese Flüssigkeiten fließen davon ab, wie Wasser von einer mit Fett bestrichenen Glasplatte.

Bestreuen wir frisches Fleisch mit Kochsalz, so schwimmt nach 24 Stunden das Fleisch in einer Salzlake, obwohl kein Tropfen Wasser zugesetzt wurde.

Dieses Wasser stammt von der Muskelfaser, dem Zellgewebe her; mit Kochsalz zusammengebracht, bildet sich an den Berührungsflächen eine mehr oder weniger concentrirte Salzauflösung; das Salz verbindet sich mit dem eingeschlossenen Wasser, und letzteres verliert hierdurch seine Fähigkeit, thierische Theile zu durchdringen, es trennt sich von dem Fleische; es bleibt in diesem nur Wasser von einem bestimmten, verhältnißmäßig kleinen Salzgehalte zurück, in einem Grade der Verdünnung, in welchem es absorbirbar ist von thierischen Theilen.

Im gewöhnlichen Leben benutzt man diese Eigenschaft, um den Wassergehalt von Theilen von Thieren, ähnlich wie durch Austrocknen, auf eine Quantität zurückzuführen, wo er aufhört, eine Bedingung zur Fäulniß abzugeben. Nur bei einem gewissen Wassergehalte können sie in Fäulniß übergehen.

Der Alkohol verhält sich in dieser physikalischen Eigen-

ſchaft ganz ähnlich den Mineralſalzen, er iſt unfähig, thieriſche Subſtanzen zu befeuchten, d. h. zu durchdringen, und er entzieht deshalb den waſſerhaltigen das Waſſer, zu dem er Verwandtſchaft beſitzt.

Bringen wir Salzlöſungen in den Magen, ſo werden ſie, wenn ihr Salzgehalt kleiner iſt als der des Blutes oder der thieriſchen Flüſſigkeiten, abſorbirt; im concentrirtern Zuſtande wirken ſie gerade umgekehrt, ſie entziehen dem Organe Waſſer, es entſteht heftiger Durſt, es entſteht in dem Magen ſelbſt ein Austauſch von Waſſer und Salz, der Magen giebt Waſſer ab, ein Theil der Salzlöſung wird in verdünntem Zuſtande von ihm aufgenommen, der größere Theil der concentrirten Salzlöſung bleibt unabſorbirt, ſie wird nicht durch die Harnwege entfernt, ſondern ſie gelangt in die Eingeweide und den Darmcanal, und verurſacht dort eine Verdünnung der abgelagerten feſten Stoffe, ſie purgirt.

Jedes von dieſen Salzen beſitzt neben der allgemeinen purgirenden Wirkung, welche abhängig iſt von einer phyſikaliſchen Eigenſchaft, die ſie gemein haben, noch beſondere mediciniſche Wirkungen, eben weil jeder Theil des Organismus, den ſie berühren, diejenige Quantität davon aufnimmt, die überhaupt davon abſorbirbar iſt.

Mit der purgirenden Wirkung haben die Beſtandtheile dieſer Salze nicht das Geringſte zu thun, denn es iſt vollkommen gleichgültig für die Wirkung (nicht für die Stärke derſelben), ob die Baſis Kali oder Natron, in vielen Fällen Kali oder Bittererde, und die Säure Phosphorſäure, Schwefelſäure, Salpeterſäure, Chlorwaſſerſtoffſäure ꝛc. iſt.

Wenn man im nüchternen Zuſtande von 10 zu 10 Minuten ein Glas gewöhnliches Brunnenwaſſer, deſſen Salz-

gehalt bei weitem kleiner ist als der des Blutes, zu sich nimmt, so zeigt sich eine starke diuretische Wirkung.

Bei dem Trinken des zweiten Glases tritt eine Quantität Harn aus, dessen Gewicht oder Volumen dem des genossenen ersten Glases Wassers nahe gleich ist; und wenn auf diese Weise 20 Gläser Wasser getrunken werden, so hat man 19 Harnentleerungen, deren letzte farblos und in ihrem Salzgehalt kaum von dem des Brunnenwassers verschieden ist.

Macht man dasselbe Experiment mit einem Wasser, welches genau den Salzgehalt des Blutes enthält (¾ bis 1 p. c. Kochsalz z. B.), so zeigt sich keine Harnabsonderung und es ist beinahe unmöglich, mehr als drei Gläser dieses Wassers zu sich zu nehmen. Ein Zustand des Gefülltseins im Magen, Druck und Schwere scheint anzudeuten, daß Wasser, welches mit dem Blute einen gleichen Salzgehalt besitzt, eine ungleich längere Zeit zu seiner Aufnahme in die Blutgefäße bedarf.

Nimmt man zuletzt Wasser zu sich, dessen Salzgehalt um etwas größer ist als der des Blutes, so tritt ein mehr oder weniger starkes Purgiren ein. Je nach dem Salzgehalt ist die Wirkung demnach von dreifacher Art.

Außer diesen Salzen, deren Wirkung auf den Organismus nicht abhängig ist von ihrer Fähigkeit, Verbindungen einzugehen, giebt es eine große Klasse von anderen, welche, in den lebenden Körper gebracht, Aenderungen ganz anderer Art bewirken, welche in mehr oder weniger großen Gaben Krankheiten oder Tod zur Folge haben, ohne daß man eine eigentliche Zerstörung von Organen wahrnimmt.

Es sind dies die eigentlichen anorganischen Gifte, deren Wirkung auf ihrer Fähigkeit beruht, feste Verbindungen mit

der Subſtanz der Membranen, Häute, Muskelfaſer einzugehen.

Hierher gehören Eiſenoxydſalze, Bleiſalze, Wismuthſalze, Kupfer — Queckſilberſalze ꝛc.

Bringen wir Auflöſungen davon mit Eiweiß, mit Milch, Muskelfaſer, thieriſchen Membranen, in hinreichender Menge zuſammen, ſo gehen ſie damit eine Verbindung ein und verlieren ihre Löslichkeit. Das Waſſer, worin ſie gelöſ't ſind, verliert ſeinen ganzen Gehalt an dieſen Salzen.

Während die Salze mit alkaliſcher Baſis thieriſchen Theilen das Waſſer entziehen, verbinden ſich gerade umgekehrt die Salze der ſchweren Metalloxyde mit den thieriſchen Stoffen; die letzteren entziehen ſie dem Waſſer.

Wenn wir die genannten Subſtanzen einem Thiere im lebenden Zuſtande beibringen, ſo werden ſie von den Häuten, Membranen, dem Zellgewebe, der Muskelfaſer aufgenommen, ſie verlieren ihre Löslichkeit, indem ſie damit in Verbindung treten; nur in ſeltenen Fällen können ſie demnach in's Blut gelangen. Nach allen damit angeſtellten Verſuchen ſind ſie nach Verlauf der nämlichen Zeit, in welcher die Salze mit alkaliſchen Baſen erſcheinen, im Harne nicht nachweisbar, eben weil ſie bei ihrem Wege durch den Organismus mit einer Menge von Stoffen in Berührung kommen, die ſie zurückhalten. Nach und nach erleiden aber die Beſtandtheile der Organe und Gewebe, mit denen ſie ſich verbunden haben, durch den Stoffwechſel eine allmälige Veränderung; der Stickſtoff derſelben erſcheint im Harn und mit demſelben die Mineralſubſtanzen, als Queckſilber, Kupfer ꝛc., die mit der organiſchen Subſtanz verbunden waren.

Durch das Hinzutreten dieſer Körper zu gewiſſen Organen oder Beſtandtheilen von Organen müſſen ihre Func-

tionen eine Störung erleiden; sie müssen eine abnorme Richtung erhalten, die sich in Krankheitserscheinungen zu erkennen giebt.

Die Wirkungsweise des Sublimats und der arsenigen Säure sind in dieser Beziehung besonders merkwürdig. Man weiß, daß beide im höchsten Grade die Fähigkeit haben, Verbindungen mit allen Theilen von thierischen und vegetabilischen Körpern einzugehen, und daß diese dadurch den Charakter der Unverwesbarkeit oder der Unfähigkeit zu faulen erhalten; selbst Holz und Gehirnsubstanz, die sich bei Gegenwart von Wasser und Luft so leicht und schnell verändern, lassen sich, wenn sie eine Zeitlang mit arseniger Säure oder Sublimat in Berührung waren, ohne Farbe und Ansehn zu ändern, allen Einflüssen der Atmosphäre preisgeben.

Man weiß ferner, daß bei Vergiftungen mit diesen Materien diejenigen Theile, die damit in Berührung kamen und also eine Verbindung eingegangen waren, unverwesbar und der Fäulniß unfähig werden, und man kann hiernach über die Ursache der Giftigkeit dieser Körper nicht im Zweifel sein.

Es ist klar, daß wenn arsenige Säure und Sublimat durch die Lebensthätigkeit nicht gehindert werden, Verbindungen mit den Bestandtheilen des Körpers einzugehen, wodurch sie den Charakter der Unverwesbarkeit und der Unfähigkeit zu faulen erhalten, so will dies nichts Anderes sagen, als daß die Organe ihren Zustand des Lebens, die Haupteigenschaft verlieren, Metamorphosen zu bewirken und Metamorphosen zu erleiden, d. h. das organische Leben wird vernichtet. Ist die Vergiftung nur oberflächlich, ist die Quantität des Giftes so gering, daß nur einzelne Theile des Körpers, welche fähig sind, reproducirt zu werden, eine Verbindung dieser Art eingegangen sind, so entstehen Schorfe,

Erſcheinungen ſecundärer Art; die Verbindung der geſtorbenen Theile wird von den geſunden Theilen abgeſtoßen. Man wird leicht hieraus entnehmen können, daß alle inneren Zeichen von Vergiftung ſchwankend und ungewiß werden, indem Fälle vorkommen können, wo kein ſichtbares Merkmal von Veränderung dem Auge des Beobachters ſich darbietet, indem, wie bemerkt, der Tod ohne Zerſtörung von Organen erfolgen kann.

Wenn Arſen in Auflöſung gegeben worden iſt, ſo kann es in's Blut, in die Leber ꝛc. gelangen; umgeben wir eine bloßgelegte Ader mit einer Auflöſung davon, ſo wird zuletzt jedes Blutkügelchen in Verbindung treten, d. h. es wird vergiftet.

Arſenverbindungen, welche keine Verbindung mit Theilen von Organismen einzugehen vermögen, werden auch in großen Gaben ohne Einfluß auf das Leben ſein; es iſt bekannt, daß viele unlösliche baſiſche Salze der arſenigen Säure nicht giftig ſind, und eine der reichſten Arſenverbindungen, die in ihrer Zuſammenſetzung den organiſchen Verbindungen am nächſten ſteht, das von Bunſen entdeckte Alkargen, beſitzt nicht die geringſte nachtheilige Wirkung auf den Organismus.

Aus dieſem Verhalten läßt ſich mit einiger Sicherheit die Grenze fixiren, in welcher die Subſtanzen aufhören, als Gifte zu wirken; denn da die Verbindung nur nach chemiſchen Geſetzen vor ſich gehen kann, ſo muß unausbleiblich der Tod erfolgen, wenn das mit dem Gifte in Berührung ſtehende Organ hinreichend davon vorfindet, um Atom für Atom eine Verbindung damit einzugehen; iſt weniger davon vorhanden, ſo wird ein Theil davon ſeine Lebensfunctionen beibehalten.

Den Verhältniſſen nach, in welchen ſich der Faſerſtoff

mit Salzsäure, Bleioxyd und Kupferoxyd verbindet, muß nach den Untersuchungen von Mulder sein Aequivalent durch die Zahl 6361 (Poggendorff's Annalen Bd. 40, S. 259) ausgedrückt werden; annäherungsweise kann man annehmen, daß sich eine Quantität von 6361 Faserstoff verbindet mit 1 Aeq. arseniger Säure oder mit 1 Aeq. Sublimat.

Wenn wir 6361 Faserstoff im wasserfreien Zustande mit 30,000 Wasser verbinden, so haben wir ihn in dem Zustande, wie er im menschlichen Körper, in der Muskelfaser oder im Blute enthalten ist. In diesem Zustande werden 100 Gran Faserstoff zu gleichen Atomgewichten eine gesättigte Verbindung eingehen mit $3^1/_{10}$ Gran arseniger Säure und 5 Gran Sublimat.

Das Atomgewicht des Eiweißstoffs im Ei und im Blut ergiebt sich aus seinen Verbindungen mit Silberoxyd zu 7447, das der Leimsubstanz (thierischen Gallerte) wird durch die Zahl 5652 ausgedrückt.

Auf eine ähnliche Weise mit ihrem ganzen Wassergehalte, den sie im lebenden Körper haben, berechnet, gehen 100 Gran Eiweiß eine Verbindung ein mit $1^1/_4$ Gran arseniger Säure.

Diese Verhältnisse, die man als Maxima betrachten kann, zeigen bei den außerordentlich hohen Atomgewichten der organischen Substanzen von selbst, in wie kleinen Dosen Körper, wie Sublimat und arsenige Säure, tödtliche Wirkungen haben können.

Alle Materien, welche als Gegenmittel in Vergiftungsfällen gegeben werden, wirken ausschließlich nur dadurch, daß sie dem Arsenik und Sublimat den ursprünglichen Charakter nehmen, durch den sie als Gift wirken, die Fähigkeit also,

ſich mit thieriſchen Materien zu verbinden. Leider werden ſie in dieſer Fähigkeit von keinem andern Körper übertroffen; die Verbindungen, die ſie eingegangen haben, können nur durch gewaltſame, auf den lebenden Körper nicht minder ſchädlich wirkende, Verwandtſchaften aufgehoben werden. Die Kunſt des Arztes muß ſich deshalb begnügen, denjenigen Theil dieſer Gifte, der noch unverbunden und frei vorhanden iſt, eine Verbindung mit einem andern Körper eingehen zu machen, welche unverdaubar, unzerſetzbar iſt unter gegebenen Bedingungen, und in dieſer Hinſicht iſt das Eiſenoxydhydrat von unſchätzbarem Werthe.

Wenn ſich die Wirkung des Sublimats und Arſens nur auf die Oberfläche der Organe beſchränkt, ſo ſtirbt nur derjenige Theil derſelben ab, welcher eine Verbindung damit eingegangen iſt; es entſteht ein Schorf, der nach und nach abgeſtoßen wird.

Sicher würden die löslichen Silberſalze nicht minder tödtlich wirken als Sublimat, wenn im menſchlichen Körper nicht eine Urſache vorhanden wäre, welche bei nicht überwiegenden Mengen ihre Wirkung aufhebt.

Die Urſache iſt der in allen Flüſſigkeiten vorwaltende Kochſalzgehalt. Man weiß, daß ſalpeterſaures Silberoxyd ſich wie Sublimat mit thieriſchen Theilen verbindet, und daß dieſe Verbindungen einen vollkommen gleichen Charakter haben; ſie werden unfähig, zu faulen und zu verweſen.

Salpeterſaures Silberoxyd, auf die Haut mit Muskelfaſer ꝛc. zuſammengebracht, vereinigt ſich im aufgelöſ'ten Zuſtande augenblicklich damit; thieriſche Materien in Flüſſigkeiten bilden damit unlösliche Verbindungen; ſie werden, wie man ſagt, coagulirt.

Die entſtandenen Verbindungen ſind farblos, unzerſetzbar

durch andere kräftige chemiſche Agentien; ſie werden an dem Lichte wie alle Silberverbindungen ſchwarz, indem durch den Einfluß des Lichts ein Theil des Silberoxyds zu Metall reducirt wird; die Materien im Körper, welche ſich mit dem Silberſalz vereinigt haben, gehören dem lebenden Körper nicht mehr an, ihrer Lebensfunction iſt durch ihre Verbindung mit Silberoxyd eine Grenze geſetzt; wenn ſie reproducirbar ſind, ſo ſtößt ſie der lebende Theil in der Form eines Schorfes ab.

Bringen wir ſalpeterſaures Silberoxyd in den Magen, ſo wird es augenblicklich, wenn ſeine Menge nicht zu groß iſt, von dem Kochſalz oder der freien Salzſäure in Chlorſilber, in eine Materie verwandelt, die in reinem Waſſer abſolut unlöslich iſt.

In Kochſalzlöſung oder Salzſäure löſ't ſich das Chlorſilber, wiewohl in außerordentlich geringer Menge, auf; es iſt dieſer Theil, welcher die Wirkung ausübt; alles übrige Chlorſilber geht durch die gewöhnlichen Wege wieder aus dem Körper. Die Löslichkeit, die Fähigkeit alſo, einer jeden Bewegung zu folgen, iſt für alle Subſtanzen eine Bedingung zu der Wirkſamkeit auf den menſchlichen Körper.

Von den löslichen Bleiſalzen wiſſen wir, daß ſie alle Eigenſchaften der Silber- und Queckſilberſalze theilen; allein alle Verbindungen des Bleioxyds mit organiſchen Stoffen ſind zerlegbar durch verdünnte Schwefelſäure. Man weiß, daß die Bleikolik in allen Bleiweißfabriken unbekannt iſt, wo die Arbeiter gewöhnt ſind, täglich als Präſervativ und Gegenmittel ſogenannte Schwefelſäure-Limonade (Zuckerwaſſer mit Schwefelſäure angeſäuert) zu ſich zu nehmen.

Die organiſchen Materien, welche ſich im lebenden Körper mit Metalloxyden und Metallſalzen verbunden haben,

verlieren ihre Fähigkeit, Waſſer aufzuſaugen und zurückzuhalten, ohne damit die Eigenſchaft einzubüßen, Flüſſigkeit durch ihre Poren durchzulaſſen. Eine ſtarke Zuſammenziehung, Schwinden der Oberflächen, iſt die Folge der Berührung mit dieſen Körpern.

Eine beſondere Eigenſchaft beſitzt noch überdies der Sublimat und manche Bleiſalze, indem ſie bei vorherrſchenden Mengen die zuerſt gebildeten unlöslichen Verbindungen aufzulöſen vermögen, wodurch das Gegentheil von Contraction, nämlich eine Verflüſſigung des vergifteten Organs, herbeigeführt wird.

Kupferoxydſalze werden ſelbſt in Verbindung mit den ſtärkſten Säuren durch viele vegetabiliſche Subſtanzen, namentlich durch Zucker und Honig, in Metall oder in Oxydul reducirt, in Materien, denen die Fähigkeit abgeht, ſich mit thieriſchen Stoffen zu verbinden; ſie ſind als die zweckmäßigſten Gegenmittel ſeit Langem ſchon in Anwendung gekommen.

Was die giftigen Wirkungen der Blauſäure, der organiſchen Baſen, des Strychnins, Brucins ꝛc. betrifft, ſo kennen wir keine Thatſachen, welche geeignet wären, zu einer beſtimmten Anſicht zu führen; allein es läßt ſich mit poſitiver Gewißheit vorausſehen, daß Verſuche über ihr chemiſches Verhalten zu thieriſchen Subſtanzen ſehr bald die genügendſten Aufſchlüſſe über die Urſache ihrer Wirkſamkeit geben werden.

Eine ganz beſondere Art von Stoffen, welche durch Zerſetzungsproceſſe eigenthümlicher Art erzeugbar ſind, wirken auf den lebenden Organismus als tödtliche Gifte, nicht durch ihre Fähigkeit, eine Verbindung einzugehen, eben ſo

wenig weil sie einen giftigen Stoff enthalten, sondern durch den Zustand, in dem sie sich befinden.

Um eine klare Vorstellung über die Wirkungsweise dieser Körper zu haben, ist es nöthig, sich an die Ursache zu erinnern, welche die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung bedingt.

In der einfachsten Form läßt sich die Ursache durch folgenden Grundsatz ausdrücken, welcher, von La Place und Berthollet seit Langem aufgestellt, für chemische Erscheinungen aber erst in der neuern Zeit bewiesen wurde. »»Ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molécule) kann seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen, welches sich in Berührung damit befindet.««

Es ist dies ein Gesetz der Dynamik, beweisbar für alle Fälle, wo der Widerstand (die Kraft, Verwandtschaft, Cohäsion), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Wir wissen, daß das Ferment, die Hefe, ein Körper ist, der sich im Zustande der Zersetzung, dessen Atome sich im Zustande der Umsetzung, der Bewegung befinden; mit Zucker und Wasser in Berührung überträgt sich der Zustand, worin sich die Atome der Hefe befinden, den Elementen des Zuckers; die letzteren ordnen sich zu zwei neuen einfacheren Verbindungen, zu Kohlensäure und Alkohol. Es sind dies Verbindungen, in denen die Bestandtheile mit einer weit größern Kraft zusammengehalten sind, wie im Zucker, mit einer Kraft, die sich einer weitern Formänderung durch die nämliche Ursache entgegensetzt.

Wir wissen ferner, daß der nämliche Zucker durch andere Materien, deren Zustand der Zersetzung ein anderer ist, als

z. B. der, worin sich die Theilchen der Hefe befinden, durch Lab oder durch die faulenden Bestandtheile von Pflanzensäften, durch Mittheilung also einer verschiedenen Bewegung, daß seine Elemente sich alsdann zu anderen Producten umsetzen; wir erhalten keinen Alkohol und keine Kohlensäure, sondern Milchsäure, Mannit und Gummi, oder Buttersäure.

Es ist ferner auseinandergesetzt worden, daß Hefe, zu reiner Zuckerlösung gesetzt, nach und nach völlig verschwindet, daß aber in einem Pflanzensaft, worin sich Kleber befindet, der Kleber zersetzt und in der Form von Hefe abgeschieden wird.

Die Hefe, womit man die Flüssigkeit in Gährung versetzte, sie selbst ist ursprünglich Kleber gewesen.

Die Umwandlung des Klebers in Hefe war in diesem Falle abhängig von dem in Zersetzung übergegangenen (gährenden) Zucker; denn wenn derselbe vollständig verschwunden ist, und es ist noch Kleber frei in der Flüssigkeit vorhanden, so erleidet dieser in Berührung mit der abgeschiededen Hefe keine weitere Veränderung, er behält seinen Charakter als Kleber.

Die Hefe ist ein Product der Zersetzung des Klebers, welche bei Gegenwart von Wasser in jedem Zeitmomente einem zweiten Stadium der Zersetzung entgegengeht.

Durch diesen letztern Zustand ist sie fähig, frisches Zuckerwasser wieder in Gährung zu bringen, und wenn das Zuckerwasser Kleber enthält (Bierwürze z. B. ist), so erzeugt sich in Folge der Umsetzung der Elemente des Zuckers wieder Hefe.

Von einer Reproduction der Hefe, ähnlich wie Samen

aus Samen, kann nach dieser Auseinandersetzung keine Rede sein.

Es geht aus diesen Thatsachen hervor, daß ein in Zersetzung begriffener Körper, wir wollen ihn Erreger nennen, in einer gemischten Flüssigkeit, die seine Bestandtheile enthält, sich auf eine ähnliche Weise wiedererzeugen kann, wie Ferment in einem kleberhaltigen Pflanzensafte. Dies muß um so sicherer stattfinden, wenn unter den Bestandtheilen der gemischten Flüssigkeit sich derjenige befindet, aus welchem der Erreger ursprünglich entstanden ist.

Es ist ferner klar, daß, wenn der Erreger nur einem einzigen Bestandtheil der gemischten Flüssigkeit seinen eigenen Zustand der Metamorphose zu übertragen vermag, so wird er in Folge der vorgehenden Zersetzung dieses einen Körpers wieder erzeugbar sein.

Wenden wir diese Grundsätze auf organische Materien, auf Theile von thierischen Organismen an, so wissen wir, daß alle ihre Bestandtheile aus dem Blute stammen; wir erkennen in dem Blute seiner Beschaffenheit und seinen Bestandtheilen nach die zusammengesetzteste aller existirenden Materien.

Die Natur hat das Blut zur Reproduction eines jeden einzelnen Theiles des Organismus eingerichtet; sein Hauptcharakter ist gerade der, daß sich seine Bestandtheile einer jeden Anziehung unterordnen; sie sind in einem beständigen Zustande des Stoffwechsels begriffen, von Metamorphosen, die durch die Einwirkung verschiedener Organe auf die mannichfaltigste Weise bedingt werden.

Dem Blute fehlt alle Fähigkeit, Metamorphosen zu bewirken; sein Hauptcharakter ist es gerade, sich zu Meta-

morphoſen zu eignen. Keine andere Materie kann in dieſer Beziehung mit dem Blute verglichen werden.

Wir wiſſen nun, daß in Fäulniß begriffenes Blut, Gehirnſubſtanz, Galle, faulender Eiter ꝛc. auf friſche Wunden gelegt, Erbrechen, Mattigkeit und nach längerer oder kürzerer Zeit den Tod bewirken.

Es iſt eine nicht minder bekannte Erfahrung, daß Leichen auf anatomiſchen Theatern häufig in einen Zuſtand der Zerſetzung übergehen, der ſich dem Blute im lebenden Körper mittheilt; die kleinſte Verwundung mit Meſſern, die zur Section gedient haben, bringt einen lebensgefährlichen Krankheitszuſtand hervor.

Das Wurſtgift, eines der furchtbarſten Gifte, gehört zur Klaſſe dieſer in Zerſetzung begriffenen Körper.

Man kennt bis jetzt mehrere hundert Fälle, wo der Tod durch den Genuß verdorbener Würſte verurſacht wurde.

Vergiftungsfälle dieſer Art kommen namentlich in Würtemberg vor, wo man gewohnt iſt, die Würſte aus höchſt verſchiedenen Materien zu bereiten.

Blut, Leber, Speck, Gehirn, Kuhmilch, Mehl und Brot werden mit Salz und Gewürzen zuſammengemengt, in Blaſen oder Gedärmen gefüllt, gekocht und geräuchert.

Bei guter Zubereitung halten ſich dieſe Würſte Monate lang und geben ein geſundes, wohlſchmeckendes Nahrungsmittel ab, beim Mangel an Gewürzen und Salz, und namentlich bei verſpäteter und unvollkommener Räucherung gehen ſie in eine eigenthümliche Art von Fäulniß über, welche von dem Mittelpunkte der Wurſt ihren Anfang nimmt. Ohne bemerkbare Gasentwickelung färben ſie ſich inwendig

heller, die in Zersetzung übergegangenen Theile sind weicher und schmieriger als die gesunden, sie enthalten freie Milchsäure oder milchsaures Ammoniak, die unter den Producten faulender, namentlich vegetabilischer Materien selten fehlen.

Man hat die Ursache der Giftigkeit dieser Würste der Blausäure, später der Fettsäure zugeschrieben, ohne nur entfernt das Vorhandensein dieser Materien bewiesen zu haben; allein die Fettsäure ist eben so wenig giftig, wie die Benzoesäure, mit der sie viele Eigenschaften gemein hat, und die Vergiftungssymptome weisen die Meinung, daß das Gift in den Würsten Blausäure sei, auf das entschiedenste zurück.

Der menschliche Körper stirbt nämlich nach dem Genuß dieser giftigen Würste an einem allmäligen Verschwinden der Muskelfaser und aller ihr ähnlich zusammengesetzten Bestandtheile des Körpers; der Kranke trocknet völlig zu einer Mumie aus, die Leichen sind steif, wie gefroren, und gehen nicht in Fäulniß über. Während der Krankheit ist der Speichel zähe und stinkend.

Man hat vergeblich in diesen Würsten nach einem Stoffe gesucht, dem man die giftige Wirkung zuschreiben könnte. Siedendes Wasser und Behandlung mit Alkohol rauben denselben völlig ihre Giftigkeit, ohne daß sie diese Flüssigkeiten erhalten.

Dies ist nun gerade der ausschließliche Charakter aller Materien, welche durch ihren Zustand eine Wirkung ausüben, es ist dies der Charakter derjenigen Substanzen, deren Theile sich in einem Act der Zersetzung befinden, in einem Zustande der Umsetzung, welcher durch Siedhitze und Alkohol aufge-

hoben werden kann, ohne daß diese die Ursache der Wirkung aufnehmen; denn eine Thätigkeit oder Kraft läßt sich in einer Flüssigkeit nicht aufbewahren.

Sie üben eine Wirkung auf den Organismus aus, insofern dem Magen, demjenigen Theile, der damit in Berührung kam, die Fähigkeit abgeht, der Zersetzung, in welcher sich ihre Bestandtheile befinden, eine Grenze zu setzen; gelangen sie in irgend einer Weise mit ihrer ganzen Thätigkeit in das Blut, so überträgt sich ihre eigene Action auf die Bestandtheile des Blutes.

Das Wurstgift wird durch den Magen, nicht wie das Blatterngift und andere, zerstört; alles der Fäulniß Fähige im Körper geht in der Krankheit nach und nach in Zersetzung über, und nach erfolgtem Tode bleibt nichts als Fett, Sehnen und Knochen, Substanzen, die unter den gegebenen Bedingungen keiner Fäulniß fähig sind.

Es ist unmöglich, sich über die Wirkungsweise dieser Körper zu täuschen, denn es ist eine durch Colin völlig erwiesene Thatsache, daß faulendes Muskelfleisch, faulender Urin, Käse, Gehirnsubstanzen ꝛc., daß diese, ihren Zustand der Zersetzung einer weit weniger leicht zersetzbaren Materie, als das Blut ist, übertragen können, wir wissen, daß sie, mit Zuckerwasser in Berührung, die Fäulniß des Zuckers, die Umsetzung seiner Bestandtheile in Kohlensäure und Alkohol zu bewirken vermögen.

Wenn faulendes Muskelfleisch, faulender Eiter ꝛc., auf frische Wunden gelegt, Krankheit und Tod bewirken, so überträgt sich offenbar der Zustand ihrer Fäulniß auf das gesunde Blut, aus welchem sie stammen, gerade so wie in Fäulniß oder Verwesung begriffener Kleber durch seinen

Zustand in Zuckerwasser eine ganz ähnliche Metamorphose hervorbringt.

Auch in lebenden Körpern werden in besonderen Krankheiten Gifte dieser Art erzeugt und gebildet. In der Blatternkrankheit, der Pest, der Syphilis ꝛc. entstehen aus den Bestandtheilen des Blutes Stoffe eigenthümlicher Art, welche, dem Blute eines gesunden Menschen mitgetheilt, eine ähnliche Zersetzungsweise desselben bedingen, wie die ist, in welcher sie sich selbst befinden, es entsteht und entwickelt sich in dem gesunden Menschen die nämliche Krankheit; wie Samen aus Samen scheint sich der Krankheitsstoff reproducirt zu haben.

Dieser eigenthümliche Proceß ist der Wirkung der Hefe auf zucker- und kleberhaltige Flüssigkeiten so außerordentlich ähnlich, daß man beide seit Langem schon, wenn auch nur bildweise, mit einander verglichen hat. Bei genauerer Betrachtung ergiebt sich aus allen Erscheinungen, daß ihre Wirkung in der That einerlei Ursache angehört.

In trockner Luft, bei Abwesenheit von Feuchtigkeit erhalten sich alle diese Gifte lange Zeit unverändert, in feuchtem Zustande, bei Berührung mit der Luft, verlieren sie sehr bald ihre ganze Wirksamkeit. In dem einen Fall sind die Bedingungen vereinigt, welche der Zersetzung, in der sie sich befinden, eine Grenze setzen, ohne sie zu vernichten, in dem andern sind die Bedingungen gegeben, unter denen sich ihre Zersetzung vollendet.

Siedhitze, Berührung mit Alkohol heben ihre Wirkung auf. Säuren, Quecksilbersalze, schweflige Säure, Chlor, Jod, Brom, gewürzhafte Stoffe, flüchtige Oele und namentlich brenzliche Oele, Rauch, ein Kaffeeabsud, alle diese Substanzen vernichten völlig

die Fähigkeit dieser Stoffe, Ansteckung zu bewirken, theils indem sie sich damit verbinden, oder in anderer Weise zersetzen.

Die so eben genannten Materien sind aber ohne Ausnahme solche, welche der Gährung, Fäulniß und Verwesung überhaupt entgegenwirken, welche diesen besonderen Zersetzungsweisen überall eine Grenze setzen, wenn sie in hinreichender Menge zugegen sind.

Eben so wenig, als in den vergifteten Würsten, ist man im Stande gewesen, aus der Blatternmaterie, dem Pestgifte eine eigenthümliche Materie zu isoliren, der man die Wirkung zuschreiben könnte; eben weil ihre Wirkung nur in einer eigenthümlichen Thätigkeit liegt, deren Existenz für unsere Sinne nur durch Erscheinungen erkennbar ist.

Man hat zur Erklärung der Fähigkeit der Contagien, Ansteckung zu bewirken, diesen Stoffen ein eigenthümliches Leben zugeschrieben, ähnlich wie der Keim eines Samens es besitzt; eine Fähigkeit also, sich unter gewissen günstigen Bedingungen zu entwickeln, fortzupflanzen und zu vervielfältigen. Es giebt gewiß kein unrichtigeres Bild für diese Erscheinungen, eben so anwendbar auf Contagien als auf Ferment, auf thierische und vegetabilische Substanzen, die sich im Zustande der Fäulniß, Gährung und Verwesung befinden, auf ein Stück faules Holz, was durch seine bloße Berührung frisches Holz nach und nach gänzlich in Moder, faules Holz, verwandelt.

Wenn man mit Leben die Fähigkeit einer Materie bezeichnet, in irgend einer andern eine Veränderung hervorzurufen, in Folge welcher die erstere mit allen ihren Eigenschaften wieder erzeugt wird, so gehören allerdings alle diese Erscheinun-

gen dem Leben an; aber nicht bloß dieſe müſſen wir alsdann lebendig nennen, ſondern dieſer Ausdruck umfaßt in dieſem Sinne den größten Theil aller Erſcheinungen der organiſchen Chemie; überall, wo chemiſche Kräfte walten, wird man Leben vorausſetzen müſſen.

Ich nehme einen Körper A, er ſei Oxamid (eine im Waſſer kaum lösliche, völlig geſchmackloſe Subſtanz), und bringe damit die Materie B zuſammen, welche ſich wieder erzeugen ſoll, es ſei aufgelöſ'te Oxalſäure, ſo bemerken wir Folgendes: Unter den geeigneten Bedingungen, in welchen beide auf einander eine Wirkung äußern, wird das Oxamid durch die Oxalſäure zerſetzt; zu den Beſtandtheilen des Oxamids treten die Beſtandtheile des Waſſers; es entſteht aus dem Oxamid auf der einen Seite Ammoniak, und auf der andern wieder Oxalſäure, beide genau in dem Verhältniß, in dem ſie ſich zu neutralem Salze vereinigen.

Wir haben Oxamid und Oxalſäure zuſammengebracht; in Folge einer Metamorphoſe hat ſich das Oxamid in Oxalſäure und Ammoniak zerſetzt; die urſprünglich zugeſetzte Oxalſäure, ſo wie die neuerzeugte theilen ſich in das Ammoniak, dies will mit anderen Worten ſagen, es iſt nach vorgegangener Zerſetzung genau ſo viel freie Kleeſäure wie vorher, und mit ihrem ganzen Wirkungswerthe, vorhanden. Gleichgültig, ob ſie anfänglich frei oder gebunden und die neu gebildete frei iſt, oder umgekehrt, ſo viel iſt gewiß, durch die Zerſetzung iſt ſie in gleicher Quantität reproducirt worden.

Bringen wir nun nach der Zerſetzung eine der erſten gleiche Quantität Oxamid zu der nämlichen Miſchung, und unterwerfen wir ſie derſelben Behandlung, ſo wiederholt ſich in ganz gleicher Weiſe die nämliche Zerſetzung; die frei vor-

handene Kleesäure ist in Verbindung getreten, es ist eine ihr gleiche Menge wieder frei geworden. Man kann auf diese Weise mit einer außerordentlich kleinen Menge Oxalsäure hunderte von Pfunden Oxamid zur Zersetzung bringen, man kann durch einen einzigen Gran unbegrenzte Mengen von Kleesäure entstehen machen.

Durch den Contact des Blatterngiftes mit Blut entsteht eine Veränderung im Blute, in Folge welcher sich aus seinen Bestandtheilen wieder Blatterngift erzeugt. Dieser Metamorphose wird erst durch die gänzliche Verwandlung aller der Zersetzung fähigen Bluttheilchen eine Grenze gesetzt. Durch den Contact der Oxalsäure mit Oxamid entsteht Oxalsäure, welche auf neues Oxamid die nämliche Wirkung ausübt. Nur die begrenzte Menge des Oxamids setzt dieser Metamorphose eine Grenze. Der Form nach gehören beide Metamorphosen in einerlei Klasse; aber nur ein befangenes Auge wird diesem Vorgang, obwohl er ein scharfer Ausdruck des gegebenen Begriffs vom Leben ist, eine lebendige Thätigkeit unterlegen; es ist ein chemischer Proceß, abhängig von den gewöhnlichen chemischen Kräften.

Der Begriff von *Leben* schließt neben Reproduction noch einen andern ein, nämlich den Begriff von Thätigkeit *durch eine bestimmte Form*, das Entstehen und Erzeugen *in einer* bestimmten Form. Man wird im Stande sein, die Bestandtheile der Muskelfaser, der Haut, der Haare ꝛc. durch chemische Kräfte hervorzubringen; allein kein Haar, keine Muskelfaser, keine Zelle kann durch sie gebildet werden. Die Hervorbringung von Organen, das Zusammenwirken eines Apparats von Organen, ihre Fähigkeit, aus den dargebotenen Nahrungsstoffen nicht nur ihre eigenen Bestandtheile, sondern *sich selbst* der Form, Beschaffenheit

nach und mit allen ihren Eigenschaften wieder zu erzeugen, dies ist der Charakter des organischen Lebens, diese Form der Reproduction ist unabhängig von den chemischen Kräften

Die chemischen Kräfte sind der unanschaubaren Ursache, durch welche diese Form bedingt wird, unterthan; sie selbst, diese Ursache, wir haben nur Kenntniß von ihrer Existenz durch die eigenthümlichen Erscheinungen, die sie hervorbringt; wir erforschen ihre Gesetze wie die der anderen Ursachen, welche Bewegung und Veränderungen bewirken.

Die chemischen Kräfte sind die Diener dieser Ursache, so wie sie Diener der Elektricität, der Wärme, einer mechanischen Bewegung, des Stoßes, der Reibung sind; sie erleiden durch diese letzteren eine Aenderung in der Richtung, eine Steigerung, eine Verminderung in ihrer Intensität, ein völlige Aufhebung, eine vollkommene Umkehrung in der Wirksamkeit.

Es ist dieser Einfluß und kein anderer, den die Lebenskraft auf die chemischen Kräfte ausübt; aber überall, wo Verbindung und Trennung vor sich geht, ist chemische Verwandtschaft und Cohäsion in Thätigkeit.

Wir kennen die Lebenskraft nur durch die eigenthümliche Form ihrer Werkzeuge, durch Organe, die ihre Träger sind; welche Art von Thätigkeit eine Materie auch zeigen mag, wenn sie formlos ist und wir keine Organe betrachten, von denen der Impuls der Bewegung oder Aenderung ausgeht, so lebt sie nicht; ihre Thätigkeit ist alsdann eine chemische Action, an welcher Licht, Wärme, Elektricität, oder was sonst darauf Einfluß hat, Antheil nehmen, die sie steigern, vermindern oder ihr eine Grenze setzen, allein ohne die Bedinger der Action zu sein.

In dieser Art und Weise beherrscht die Lebenskraft in

dem lebendigen Körper und ganz besonders in der Pflanze die chemischen Kräfte; Alles, was wir Nahrungsmittel nennen, alle Stoffe, die in dem Organismus daraus gebildet werden, sind chemische Verbindungen, in denen also von der Lebenskraft, um zu Bestandtheilen des Organismus zu werden, kein anderer Widerstand, als die chemischen Kräfte, zu überwinden sind, durch welche ihre Bestandtheile zusammengehalten werden; besäßen sie, die Nahrungsmittel, ein eigengenthümliches Leben, so würde dieses mit den chemischen Kräften überwunden werden müssen, es würde ihren Widerstand verstärken.

Durch die Lebenskraft in der Pflanze wird das Gleichgewicht der chemischen Anziehungen der Bestandtheile der Nahrungsmittel gestört, wie es durch zahllose andere Ursachen gestört werden kann; allein das Zusammentreten ihrer Elemente zu neuen Verbindungen, zu neuen Formen, zeigt von einer eigentlichen Anziehungsweise, es beweis't die Existenz einer besondern Kraft, verschieden von allen anderen Naturkräften.

Es ist die Lebenskraft, welche der unaufhörlichen Einwirkung der Atmosphäre, der Feuchtigkeit, der Temperatur auf den Organismus einen, bis zu einem gewissen Grade, unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt; es ist die unaufhörliche Ausgleichung, es ist die stete Erneuerung dieser Thätigkeiten, welche Bewegung, welche Leben erhält.

Das größte Wunder im lebenden Thier-Organismus ist es gerade, daß eine unergründliche Weisheit in die Ursache einer unaufhörlichen Zerstörung, in die Unterhaltung des Respirationsprocesses, die Quelle der Erneuerung des Organismus, das Mittel gelegt hat, um allen übrigen atmosphärischen Einflüssen, dem Wechsel der Temperaturen, der Feuchtigkeit zu widerstehen.

Bringen wir in den Magen oder einen andern Theil des Organismus eine chemiſche Verbindung von einfacher Zuſammenſetzung, die alſo das Vermögen und Streben beſitzt, neue Verbindungen einzugehen oder Veränderungen zu bewirken, ſo iſt klar, daß ſie auf alle Materien, die mit ihr in Berührung kommen, eine chemiſche Action ausüben muß; ſie wird eine Verbindung einzugehen oder zu verändern ſtreben.

Die chemiſche Action der Subſtanz hat, wie ſich von ſelbſt verſteht, die Lebenskraft zu überwinden; die letztere ſetzt ihr einen Widerſtand entgegen, es entſteht je nach der Stärke der Einwirkung eine Ausgleichung zwiſchen beiden Kräften, eine Veränderung ohne Vernichtung der Lebenskraft, eine arzneiliche Wirkung, oder der einwirkende Körper unterliegt, er wird verdaut, oder die chemiſche Action behält die Oberhand, er wirkt als Gift.

Alle Materien ſind Nahrungsmittel, welche ihre Eigenthümlichkeit durch die Einwirkung der Lebenskraft verlieren, ohne eine chemiſche Action auf das einwirkende Organ auszuüben.

Eine andere Klaſſe ändert die Richtung, die Stärke, die Intenſität des Widerſtandes (der Lebenskraft), in Folge welcher ihre Träger, die Function ihrer Organe, verändert werden; ſie bringen eine Störung durch ihr Vorhandenſein oder dadurch hervor, daß ſie ſelbſt eine Veränderung erleiden, dies ſind die Arzneimittel.

Eine dritte Klaſſe heißen Gifte, wenn ſie ſich mit den Organen oder Beſtandtheilen der Organe zu verbinden vermögen, und wenn dieſes Streben ſtärker iſt, als der Widerſtand durch die Lebenskraft.

Masse und Zustand ändern, wie sich von selbst ergiebt, gänzlich die Art der chemischen Einwirkung.

Ein Arzneimittel wird in größerer Masse, die überall ein Aequivalent für größere Verwandtschaft ist, als Gift, ein Gift in kleinen Gaben als Arzneimittel wirken können.

Ein Nahrungsmittel wird Krankheit bewirken, es wird Gift werden, wenn es durch seine Masse eine chemische Action ausübt, oder wenn sein Zustand, seine Gegenwart die Bewegung der Organe verlangsamt, hindert oder aufhebt.

Ein Körper wirkt als Gift, wenn alle Theile des Organs, mit dem er in Berührung ist, zu einer chemischen Verbindung mit ihm zusammengetreten sind; er kann als Arzneimittel wirken, wenn er nur eine partielle Aenderung hervorgebracht hat.

Unter allen Bestandtheilen des thierischen Organismus giebt es keinen, welcher in seiner Schwäche des Widerstandes gegen äußere Thätigkeiten mit dem Blute verglichen werden kann; denn es ist nicht ein entstandenes, sondern ein entstehendes Organ, es ist die Summe der entstehenden Organe; die chemische Kraft und Lebenskraft halten sich einander in so vollkommenem Gleichgewichte, daß jede, auch die kleinste Störung, durch welche Ursache es auch sei, eine Veränderung im Blute bewirkt; es kann nicht von dem Körper getrennt werden, ohne eine augenblicklich erfolgende Umwandlung zu erfahren, es kann mit keinem Organe im Körper in Berührung treten, ohne seiner Anziehung zu unterliegen.

Jede, auch die schwächste Einwirkung einer chemischen Thätigkeit, sie übt, in das Blut gebracht, eine nachtheilige Veränderung aus, selbst der durch Zellen und Häute vermittelte momentane Contact mit der Luft in der Lunge ändert Farbe und Beschaffenheit; eine jede chemische Action

pflanzt sich im Blute fort, der Zustand einer in Zersetzung, Fäulniß, Gährung und Verwesung begriffenen Materie, die chemische Action, in welcher die Bestandtheile eines in Zersetzung begriffenen Körpers sich befinden, sie stören den Zustand des Gleichgewichts zwischen der chemischen Kraft und der Lebenskraft im Blute. Die erstere enthält das Uebergewicht; zahllose Modificationen in der Zusammensetzung, dem Zustande der aus den Elementen des Blutes gebildeten Verbindungen, sie gehen aus dem Kampfe der Lebenskraft mit der chemischen Action, die sie unaufhörlich zu überwältigen strebt, hervor.

Dem ganzen Verhalten aller Erscheinungen nach läßt sich den Contagien kein eigenthümliches Leben zuschreiben; sie üben eine gewisse Wirkung aus, welche eine große Aehnlichkeit mit Vorgängen im lebenden Organismus hat; allein die Ursache dieser Wirkung ist chemische Action, welche aufgehoben werden kann durch andere chemische Actionen, durch entgegengesetzte Thätigkeiten.

Von dem im lebendigen Körper durch Krankheitsprocesse erzeugbaren Gifte verlieren einige im Magen ihre ganze Wirksamkeit, andere werden nicht zerstört.

Wie bedeutsam und entscheidend für ihre chemische Natur und Wirkungsweise ist hier der Umstand, daß diejenigen von ihnen, welche neutral sind oder eine alkalische Beschaffenheit zeigen, wie das Milzbrandgift, das Blatterngift, daß diese im Magen ihre Ansteckungsfähigkeit verlieren, während das Wurstgift, welches sauer reagirt, seine ganze furchtbare Wirkung behält.

Es ist die im Magen stets vorhandene freie Säure, welche die ihr entgegengesetzte chemische Thätigkeit in dem einen

Falle aufhebt, während sie in dem andern die Wirkung verstärkt, oder jedenfalls ihr kein Hinderniß entgegensetzt.

Man hat bei mikroskopischen Untersuchungen in bösartigem faulenden Eiter, in Kuhpockenlymphe ꝛc. eigenthümliche, den Blutkügelchen ähnliche Bildungen beobachtet; ihr Vorhandensein gab der Meinung Gewicht, daß die Ansteckung von der Entwickelung eines krankhaften organischen Lebens ausgehe; man hat in diesen Formen den lebendigen Samen der Krankheit gesehen.

Diese Ansicht ist keiner Discussion fähig; sie hat die Naturforscher, welche die Erklärungen von Erscheinungen in Formen zu suchen gewohnt sind, dahin geführt, die Hefe, die sich in Biergährung bildet, ebenfalls als belebt zu betrachten, für Pflanzen oder Thiere, die sich von dem Zucker nähren und Alkohol und Kohlensäure als Excremente wieder von sich geben.

Wunderbar und auffallend würde es vielleicht erscheinen, wenn in den Zersetzungsprocessen der Fäulniß und Gährung aus organischen Materien und Theilen von Organen sich Stoffe bilden würden von krystallinischer Structur, Stoffe, die eine geometrische Gestalt besitzen. Wir wissen im Gegentheil, daß der völligen Auflösung in unorganische Verbindungen eine Reihe von Metamorphosen vorhergeht, in welchen sie erst nach und nach ihre Form aufgeben.

In Zersetzung begriffenes Blut kann dem Auge in unveränderter Form erscheinen, und wenn wir in einem flüssigen Contagium die Blutkügelchen wieder erkennen, so kann dies höchstens beweisen, daß sie keinen Antheil an dem Zersetzungsproceß genommen haben. Wir können aus Knochen allen phosphorsauren Kalk entfernen, so daß sie durchsichtig und biegsam wie Leder werden, ohne im geringsten ihre

Form zu verlieren. Wir brennen die Knochen weiß zu einem Skelett von phosphorsaurem Kalk, was ganz die Form des Knochens behält. So können in dem Blute Zersetzungsprocesse vor sich gehen, die sich nur auf einzelne Bestandtheile erstrecken, auf Materien, welche zerstört werden und verschwinden, während durch andere die ursprüngliche Form behauptet wird.

Unter den Contagien giebt es mehrere, die sich durch die Luft fortpflanzen, wo man also gezwungen wäre, einem Gase, einem luftförmigen Körper Leben zuzuschreiben.

Alles, was man als Beweise für ein organisches Leben in den Contagien betrachtet, sind Vorstellungen und Bilder, welche die Erscheinungen versinnlichen, ohne sie zu erklären. Diese Bilder, mit denen man sich in allen Wissenschaften so gern und leicht befriedigt, sie sind die Feinde aller Naturforschung, sie sind der Fata Morgana ähnlich, die uns die täuschendste Kunde von See'n, von fruchtbaren Gefilden und Früchten giebt, aber uns verschmachten läßt, wann wir sie am nöthigsten haben.

Es ist gewiß, daß die Wirkungsweise der Contagien auf einer eigenthümlichen Thätigkeit beruht, abhängig von chemischen Kräften, welche in keiner Beziehung steht zu der Lebenskraft, eine Thätigkeit, welche aufgehoben wird durch chemische Actionen, die sich überall äußert, wo sie keinen Widerstand zu überwinden hat; sie giebt sich der Beobachtung durch eine zusammenhängende Reihe von Veränderungen, von Metamorphosen zu erkennen, die sich auf alle Materien, welche fähig sind, eine ähnliche Verwandlung zu erfahren, überträgt.

Eine im Zustande der Zersetzung begriffene thierische Substanz, oder in Folge eines Krankheitsprocesses im lebenden

Körper aus seinen Bestandtheilen erzeugte Materie überträgt ihren Zustand allen Theilen eines lebenden Individuums, welche fähig sind, eine ähnliche Metamorphose einzugehen, wenn sich ihrer Action in diesen Theilen keine Ursache entgegensetzt, die sie aufhebt und vernichtet.

Es entsteht Krankheit durch Ansteckung.

Die in der entstandenen Krankheit hervorgerufene Metamorphose nimmt eine Reihe von Formen an.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anschauung zu gelangen, die Veränderungen, welche ein bei weitem einfacherer Körper, der Zucker, durch die Einwirkung ähnlicher Ursachen zu erleiden fähig ist, so wissen wir, daß faulendes Blut, in Metamorphose begriffene Hefe eine Umsetzung der Elemente des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bewirken.

Ein in Zersetzung begriffenes Stück Lab veranlaßt eine andere Lagerung der Elemente des Zuckers; ohne daß ein Element hinzutritt oder hinweggenommen wird, verwandelt er sich in Milchsäure. (1 Atom Trauben-Zucker $C_{12} H_{24} O_{12}$ giebt 2 At. Milchsäure $= 2 (C_6 H_{12} O_6)$.

Lassen wir ihn im Zwiebelsafte, Runkelrübensafte bei höheren Temperaturen gähren, so erhält man daraus Milchsäure, Mannit und Gummi. Nach der verschiedenen Umsetzungsweise, in der sich die Elemente der Erreger befanden, haben sich also die Elemente des Zuckers in einer eben so verschiedenen Form geordnet, es sind verschiedene Producte entstanden.

Es war der unmittelbare Contact der sich zerlegenden Substanz, welche die Form und Beschaffenheitsänderung der Zuckertheilchen bedingte; entfernen wir sie, so hört damit die Zersetzung des Zuckers auf; ist ihre Metamorphose vollendet und sind noch Zuckertheile übrig, so bleiben diese unzersetzt.

Bei keiner der erwähnten Zerlegungsweisen hat sich der Erreger reproducirt, es fehlten unter den Elementen des Zuckers die Bedingungen seiner Wiedererzeugung.

Aehnlich wie Hefe, faulendes Fleisch, in Zersetzung begriffener Kalbsmagen den Zucker in Zerlegung brachten, ohne sich selbst wiederzuerzeugen, bringen Miasmen und gewisse Ansteckungsstoffe Krankheiten in dem menschlichen Organismus hervor, in denen sich der Zustand der Zersetzung, in welchem sie sich befinden, auf gewisse Theile des Organismus überträgt, ohne daß sie in dem Acte der Zersetzung, in ihrer eigenthümlichen Form und Beschaffenheit wieder gebildet werden.

Die Krankheit selbst ist in diesem Falle nicht ansteckend.

Wenn wir aber Hefe nicht zu reinem Zuckerwasser, sondern zu Bierwürze bringen, welche Zucker und Kleber enthält, so wissen wir, daß der Act der Zersetzung des Zuckers eine Form und Beschaffenheitsänderung des Klebers bedingt, der Kleber selbst geht einer ersten Metamorphose entgegen; so lange noch gährender Zucker vorhanden ist, wird Kleber in verändertem Zustande, er wird als Hefe abgeschieden, welche wieder fähig ist, frisches Zuckerwasser oder Bierwürze in Gährung zu versetzen. Ist der Zucker verschwunden und noch Kleber vorhanden, so bleibt dieser Kleber, er geht nicht in Hefe über. Die Reproduction des Erregers ist hier abhängig

1) von dem Vorhandensein derjenigen Materie, aus der er ursprünglich entstanden ist,
2) von der Gegenwart einer zweiten Materie, welche fähig ist, durch Berührung mit dem Erreger in Zersetzung übergeführt zu werden.

Wenn wir der Reproduction der Contagien in anstecken-

den Krankheiten den nämlichen Ausdruck unterlegen, so ist vollkommen gewiß, daß sie ohne Ausnahme aus dem Blute entspringen, daß also in dem Blute eines gesunden Menschen derjenige Bestandtheil sich vorfindet, durch dessen Zersetzung der Erreger gebildet werden kann.

Es muß ferner, wenn Ansteckung erfolgt, vorausgesetzt werden, daß das Blut einen zweiten Bestandtheil enthält, welcher fähig ist, durch den Erreger in Zersetzung übergeführt zu werden.

Erst in Folge der Umwandlung dieses zweiten Körpers kann der ursprüngliche Erreger wieder gebildet werden.

Empfänglichkeit für Ansteckung setzt mithin die Gegenwart einer gewissen Quantität dieses zweiten Körpers im Blute eines gesunden Menschen voraus; mit seiner Masse steigt die Empfänglichkeit, die Stärke der Krankheit, mit seiner Abnahme, mit seinem Verschwinden ändert sich ihr Verlauf.

Bringen wir in das Blut eines gesunden Menschen, welcher empfänglich ist für Ansteckung, eine wenn auch nur verschwindend kleine Menge des Ansteckungsstoffs, des Erregers, so wird er sich im Blute wiedererzeugen, ähnlich wie sich Hefe in Bierwürze reproducirt, sein Zustand der Metamorphose wird sich auf den einen Bestandtheil des Blutes übertragen, und in Folge der Metamorphose, die dieser erleidet, wird aus einem andern Bestandtheile des Blutes ein dem Erreger gleicher oder ähnlicher Körper gebildet werden können, dessen Masse beständig zunehmen muß, wenn die weitere Metamorphose des neuerzeugten Erregers langsamer erfolgt, als die Verbindung im Blute, die er zur Zersetzung bringt.

Ginge z. B. die Metamorphose der wiedererzeugten Hefe in der Gährung der Bierwürze mit eben der Schnelligkeit vor sich, wie die der Zuckertheilchen, so würden, nach Voll-

endung aller Gährung, beide mit und neben einander verſchwinden, die der Hefe bedarf aber einer weit längern Zeit, es bleibt davon, wenn aller Zucker verſchwunden iſt, eine weit größere Menge, als zuvor, in unaufhörlich weiter fortſchreitender Metamorphoſe, d. h. mit ihrer ganzen Wirkungsweiſe, zurück.

Die Zerſetzung, in der ſich ein Bluttheilchen befindet, theilt ſich einem zweiten und folgenden, zuletzt allen im ganzen Körper, ſie theilt ſich einem geſunden Bluttheilchen eines zweiten, dritten Individuums ꝛc. mit, d. h. ſie veranlaßt in dieſen die Entſtehung derſelben Krankheit.

Die Exiſtenz von einer großen Anzahl beſonderer Materien in dem Blute verſchiedener Menſchen, in dem Blute eines einzelnen Menſchen in den verſchiedenen Perioden ſeiner Entwickelung, in den Thieren kann nicht geleugnet werden.

In dem Kindesalter, in der Jugend enthält das Blut eines und deſſelben Individuums wechſelnde Mengen von Subſtanzen, die in einem andern Stadium fehlen, die Empfänglichkeit für Anſteckung durch eigenthümliche Erreger im Kindesalter ſetzt nothwendig eine Fortpflanzung, eine Wiedererzeugung dieſer Erreger in Folge der Metamorphoſe vorhandener Stoffe voraus; wenn ſie fehlen, kann keine Anſteckung erfolgen. Die Krankheitsform heißt gutartig, wenn die Metamorphoſen zweier für das Leben unweſentlicher Beſtandtheile des Körpers ſich neben einander vollenden, ohne daß andere an der Zerſetzung Antheil nehmen; ſie heißt bösartig, wenn ſie ſich auf Organe fortpflanzt, wenn dieſe daran Antheil nehmen.

Ein Stoffwechſel in der Subſtanz der vorhandenen Organe, ein Uebergang der Nahrung in Fett, Muskelfaſer, Nerven-, Gehirnſubſtanz, zu Knochen, Haaren ꝛc., ohne gleichzeitige Bil-

dung von neuen Verbindungen, welche durch die Organe der Secretion wieder aus dem Körper entfernt werden, ist nicht denkbar.

In einem erwachsenen Menschen sind diese Secretionen von wenig wechselnder Beschaffenheit und Quantität; alle seine Theile sind völlig ausgebildet, was er aufnimmt, dient nicht zur Vermehrung seiner Masse, sondern lediglich nur zum Ersatz des verbrauchten Stoffs, denn jede Bewegung, jede Kraftäußerung, jede organische Thätigkeit wird bedingt durch Stoffwechsel, durch eine neue Form, welche seine Bestandtheile annehmen *).

In dem kindlichen Alter kommt zu dieser normalen Thätigkeit der Erhaltung eine abnorme Thätigkeit der Zunahme und Vermehrung der Masse des Körpers, eines jeden einzelnen seiner Theile; es müssen in dem jugendlichen Körper eine weit größere Menge von fremden, dem Organismus nicht angehörigen Stoffen vorhanden sein, welche durch das Blut in alle seine Theile verbreitet werden.

Bei normaler Thätigkeit der Secretionsorgane werden sie aus dem Körper entfernt, durch jede Störung der Functionen derselben müssen sie im Blute, oder in einzelnen Theilen des Körpers sich anhäufen. Die Haut, die Lunge oder andere Organe übernehmen die Function der kranken Secretionsapparate, und sind die abgeschiedenen Stoffe in dem Zustande einer fortschreitenden Metamorphose begriffen, so heißen sie ansteckend; sie sind alsdann fähig, in einem andern

*) Die Versuche von Barruel über die außerordentliche Verschiedenheit von Gerüchen, die sich aus Blut entwickeln, dem man etwas Schwefelsäure zugesetzt hat, beweisen jedenfalls die Existenz besonderer Materien in verschiedenen Individuen; das Blut eines blonden Menschen giebt einen andern Geruch, als das eines braunen, das Blut verschiedener Thiere weicht in dieser Beziehung sehr bemerkbar von dem der Menschen ab.

gesunden Organismus den nämlichen Krankheitszustand hervorzurufen, aber nur dann, wenn dieser empfänglich dafür ist, d. h. wenn er eine Materie enthält, welche den nämlichen Zersetzungsproceß erleiden kann.

Die Erzeugung von Materien dieser Art, welche den Körper empfänglich für Ansteckung machen, können durch die Lebensweise, durch Nahrung bedingt werden; ein Uebermaß von kräftigen und gesunden Speisen wird eben so gut sich dazu eignen, wie Mangel, Schmutz, Unreinlichkeit und der Genuß von verdorbenen Nahrungsmitteln.

Alle diese Bedingungen zur Ansteckung müssen als zufällig angesehen werden, ihre Bildung, ihre Anhäufung im Körper kann verhütet, sie können aus dem Körper entfernt werden, ohne seine Hauptfunctionen, ohne die Gesundheit zu stören, ihre Gegenwart ist nicht nöthig zum Leben.

Die Wirkung und Erzeugung von Contagien ist nach dieser Ansicht ein chemischer Proceß, welcher vor sich geht im lebenden Körper, an welchem alle Materien im Körper, alle Bestandtheile derjenigen Organe Antheil nehmen, in denen die Lebenskraft die einwirkende chemische Thätigkeit nicht überwältigt, er verbreitet sich demnach entweder durch alle Theile des Körpers, oder beschränkt sich lediglich auf gewisse Organe; die Krankheit ergreift je nach der Schwäche oder der Intensität des Widerstandes alle Organe, oder nur einzelne Organe.

In der abstract chemischen Bedeutung setzt die Wiedererzeugung eines Contagiums eine Materie voraus, welche gänzlich zersetzt wird, und eine zweite, welche durch den Act der Metamorphose der ersten in Zersetzung übergeht. Diese im Zustande der Zersetzung begriffene zweite Materie ist das regenerirte Contagium.

Die zweite Materie ist unter allen Umständen ursprünglich ein Bestandtheil des Blutes gewesen, die erste kann ein zufälliger oder ein zum Leben ebenfalls nothwendiger sein.

Sind beide Bestandtheile zur Unterhaltung der Lebensfunctionen gewisser Hauptorgane unentbehrlich, so endigt sich die Metamorphose mit dem Tode.

Wird hingegen durch die Abwesenheit des zerstörten einen Bestandtheils des Blutes den Functionen der wichtigsten Organe keine unmittelbare Grenze gesetzt, dauern sie fort, wenn auch in anormalem Zustande, so erfolgt Reconvalescenz; die noch vorhandenen Producte der Metamorphose des Blutes werden in diesem Falle zur Assimilation selbst verwendet, es entstehen in diesem Zeitpunkte Secretionen von besonderer Beschaffenheit.

Ist der zerstörte Bestandtheil des Blutes ein Product einer anormalen Lebensweise, gehört seine Erzeugung nur einem gewissen Alter an, so hört mit seinem Verschwinden die Empfänglichkeit für Ansteckung auf.

Die Wirkungsweise der Kuhpocken-Materie beweis't, daß ein zufälliger Bestandtheil des Blutes in einem besondern Zersetzungsproceß zerstört wird, sie bewirkt, dem Blute eingeimpft, eine Metamorphose desselben, an der die anderen Bestandtheile keinen Antheil nehmen.

Wenn man sich an die Wirkungsweise der Unterhefe (s. S. 412) erinnert, so kann man kaum über die der Kuhpockenlymphe zweifelhaft sein.

Die Unterhefe und Oberhefe stammen beide aus Kleber, ähnlich wie die Kuhpocken-Materie und das Blatterngift beide aus dem Blute entspringen.

Die Oberhefe und das Blatterngift bewirken beide eine stürmische tumultuarische Metamorphose, die erstere in Pflan-

zensäften, das andere im Blute, die ihre Bestandtheile enthalten, sie erzeugen sich beide mit allen ihren Eigenschaften wieder.

Die Unterhefe wirkt lediglich nur auf den Zucker, sie veranlaßt eine ausnehmend verlangsamte Zersetzung desselben, eine Metamorphose, an welcher der Kleber keinen Antheil nimmt; nur insofern die Luft dabei einwirkt, erleidet dieser eine neue Form und Beschaffenheitsänderung, in Folge welcher sie ebenfalls wieder mit allen ihren Eigenschaften gebildet wird.

Aehnlich wie die Wirkungsweise der Unterhefe muß die der Kuhpocken-Materie sein; ein Bestandtheil des Blutes geht durch sie in Zersetzung über, aus einem zweiten erzeugt sie sich wieder, aber in einer durchaus geänderten Zersetzungsweise; das Product besitzt die milde Form, alle Eigenschaften der Kuhpockenlymphe.

Die Empfänglichkeit für Ansteckung durch Blatterngift muß nach der Einimpfung der Kuhpocken aufhören, eben weil durch einen künstlich erregten, besondern Zersetzungsproceß diejenigen Materien zerstört und entfernt worden sind, deren Vorhandensein die Empfänglichkeit bedingte. Sie kann sich in dem nämlichen Individuum wieder erzeugen, es kann wieder empfänglich für Ansteckung werden, und eine zweite und dritte Impfung vermag ihn wieder zu entfernen.

In keinem Organe pflanzen sich chemische Actionen leichter und schneller fort als in der Lunge, keine Art von Krankheiten findet sich häufiger und ist gefährlicher, als die Lungenkrankheiten.

Wenn man annimmt, daß im Blute die chemische Action und die Lebenskraft sich gegenseitig im Gleichgewichte halten, so ist es als gewiß zu betrachten, daß in der Lunge selbst,

in welcher Luft und Blut sich unmittelbar berühren, der chemische Proceß bis zu einem gewissen Grade das Uebergewicht behauptet, denn das Organ selbst ist von der Natur dazu eingerichtet, um ihn zu begünstigen; er setzt der Veränderung, die das venöse Blut erleidet, keinen Widerstand entgegen.

Durch die Bewegung des Herzens wird der Contact der Luft mit dem venösen Blute auf eine außerordentlich kurze Zeit beschränkt, jeder fernern bis über einen bestimmten Punkt hinaus sich erstreckenden Störung wird durch rasche Entfernung des arteriellen Blutes vorgebeugt.

Eine jede Störung der Functionen des Herzens, eine jede, wenn auch schwache chemische Action von außen veranlaßt eine Aenderung in dem Respirationsproceß, selbst feste Substanzen, Staub von vegetabilischen (Mehl), thierischen (Wollenfasern) und anorganischen Materien, sie wirken auf dieselbe Weise, wie wenn sie in eine gesättigte, im Krystallisiren begriffene Flüssigkeit gebracht werden, sie veranlassen eine Ablagerung von festen Stoffen aus dem Blute, durch welche die Einwirkung der Luft gehindert wird.

Gelangen gasförmige, in Zersetzung begriffene Substanzen, oder solche, welche eine chemische Action ausüben, wie Schwefelwasserstoffsäure, Kohlensäure ꝛc. in die Lunge, so stellt sich ihnen in diesem Organe weniger als in irgend einem andern, ein Widerstand entgegen. Der chemische Proceß der Verwesung, welcher in der Lunge vor sich geht, wird gesteigert durch alle in Fäulniß und Verwesung begriffene Materien, durch Ammoniak und Alkalien; er wird vermindert durch empyreumatische flüchtige Substanzen, ätherische Oele, durch Säuren. Schwefelwasserstoffsäure zerlegt das Blut augenblicklich, schweflige Säure verbindet sich mit der Substanz der Häute, Zellen und Membranen.

Nimmt durch den Contact mit einer in Zersetzung begriffenen Materie der Respirationsproceß eine andere Richtung an, überträgt sich die Zersetzung, die sie erleidet, der Blutmasse selbst, so erfolgt Krankheit.

Ist die in Zersetzung begriffene Materie Product einer Krankheit, so heißt sie ebenfalls Contagium, ist sie das Product von Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Substanzen, wirkt sie durch ihren chemischen Charakter (also nicht durch ihren Zustand), indem sie eine Verbindung eingeht oder eine Zersetzung veranlaßt, so heißt sie Miasma.

Ein gasförmiges Contagium ist ein Miasma, was aus dem lebenden Blute stammt und fähig ist, im lebenden Blute sich wieder zu erzeugen.

Ein Miasma bewirkt Krankheit, ohne sich zu reproduciren.

Alle Beobachtungen, die man über gasförmige Contagien gemacht hat, beweisen, daß sie ebenfalls Materien sind, die sich in einem Zustande der Zersetzung befinden. Auf Gefäße, die mit Eis angefüllt sind, schlägt sich an der Außenseite aus der Luft, welche gasförmige Contagien enthält, Wasser nieder, welches gewisse Mengen darin gelöst enthält. Dieses Wasser ändert seinen Zustand in jedem Zeitmomente, es trübt sich und geht, wie man gewöhnlich sagt, in Fäulniß über, oder was ohne Zweifel richtiger ist, der Zustand der Zersetzung, in dem sich der gelöste Ansteckungsstoff befindet, vollendet sich in dem Wasser.

Alle Gase, die sich aus faulenden thierischen und vegetabilischen Materien, die sich in Krankheitsprocessen entwickeln, besitzen gewöhnlich einen eigenthümlich widrigen, unangenehmen oder stinkenden Geruch, der in den meisten Fällen das Vorhandensein einer Materie beweist, die sich im Zustande

der Zersetzung, d. h. einer chemischen Action befindet. Das Riechen selbst kann in vielen Fällen als die Reaction der Geruchsnerven betrachtet werden, als der Widerstand, den die Lebensthätigkeit der chemischen Action entgegensetzt.

Eine Menge von Metallen geben beim Reiben Geruch, aber keins von denen, die wir edle nennen, d. h. welche in Luft bei Gegenwart von Feuchtigkeit keine Veränderung erleiden; Arsenik, Phosphor, Leinöl, Citronöl, Terpentinöl, Rautenöl, Pfeffermünzöl, Moschus ꝛc. riechen nur im Acte ihrer Verwesung. (Oxydation bei gewöhnlicher Temperatur.)

So verhält es sich denn mit allen gasförmigen Contagien; sie sind mehrentheils begleitet von Ammoniak, was man in vielen Fällen als den Vermittler der Gasform des Contagiums betrachten kann, so wie es der Vermittler ist des Geruches von zahllosen Substanzen, die an und für sich nur wenig flüchtig, von vielen, die geruchlos sind. (Robiquet in den Ann. de chim. et de phys. XV. 27.)

Das Ammoniak ist der Begleiter der meisten Krankheitszustände; es fehlt nie bei denen, in welchen sich Contagien erzeugen; es ist ein nie fehlendes Product aller im Zustande der Zersetzung sich befindenden thierischen Stoffe. In allen Krankenzimmern, vorzüglich bei ansteckenden Krankheiten, läßt sich die Gegenwart des Ammoniaks nachweisen; die durch Eis verdichtete Feuchtigkeit der Luft, welche das flüchtige Contagium enthält, bringt in Sublimatlösung einen weißen Niederschlag hervor, gerade wie dies durch Ammoniakauflösung geschieht. Das Ammoniaksalz, was man aus dem Regenwasser nach Zusatz von Säuren und Verdampfen enthält, entwickelt, wenn man durch Kalk das gebundene Ammoniak wieder austreibt, den unverkennbarsten Leichengeruch oder den Geruch, der den Miststätten eigenthümlich ist.

Durch Verdampfen von Säuren in einer Luft, welche gasförmige Contagien enthält, neutralisiren wir das Ammoniak; wir hindern die weitere Zersetzung und heben die Wirkung des Contagiums, seinen Zustand der Zersetzung, gänzlich auf. Salzsäure und Essigsäure, in manchen Fällen Salpetersäure, sind allen anderen vorzuziehen.

Chlor, was das Ammoniak und organische Materien so leicht zerstört, hat auf die Lunge einen so nachtheiligen und schädlichen Einfluß, daß man es zu den giftigsten Stoffen zu rechnen hat, welches nie an Orten, wo Menschen athmen, in Anwendung kommen darf.

Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, die sich häufig aus der Erde, in Kloaken entwickeln, gehören zu den schädlichsten Miasmen. Die erstere kann durch Alkalien, der Schwefelwasserstoff durch Verbrennen von Schwefel (schweflige Säure) oder durch Verdampfen von Salpetersäure auf's vollständigste aus der Luft entfernt werden.

Für die Physiologie und Pathologie, namentlich in Beziehung auf die Wirkungsweise von Arzneimitteln und Giften, ist das Verhalten mancher organischer Verbindungen beachtenswerth und bedeutungsvoll.

Man kennt mehrere, dem Anscheine nach ganz indifferente Materien, die bei Gegenwart von Wasser nicht mit einander zusammengebracht werden können, ohne eine vollständige Metamorphose zu erfahren; alle Substanzen, die eine solche gegenseitige Zersetzung auf einander ausüben, gehören zu den zusammengesetztesten Atomen.

Amygdalin z. B. ist eine völlig neutrale, schwach bittere, im Wasser leicht lösliche Substanz; es ist ein Bestandtheil der bitteren Mandeln; wenn es mit einem in Wasser gelöst-ten Bestandtheil der süßen Mandeln, dem Synaptas, bei

Gegenwart von Waſſer zuſammengebracht wird, ſo verſchwindet es völlig ohne Gasentwickelung; in dem Waſſer findet ſich jetzt freie Blauſäure, Benzoylwaſſerſtoff (ſtickſtofffreies Bittermandelöl), eine beſondere Säure und Zucker, lauter Subſtanzen, die nur ihren Beſtandtheilen nach in Amygdalin vorhanden waren; daſſelbe geſchieht, wenn die bitteren Mandeln, welche den nämlichen weißen Stoff wie die ſüßen enthalten, zerrieben und mit Waſſer befeuchtet werden. Daher kommt es denn, daß die Kleie von bitteren Mandeln, nach vorangegangener Behandlung mit Weingeiſt, bei der Deſtillation mit Waſſer kein blauſäurehaltiges Bittermandelöl mehr giebt; denn derjenige Körper, der zur Entſtehung dieſer flüchtigen Materien Veranlaſſung giebt, löſ't ſich ohne Veränderung in Weingeiſt auf, er iſt aus der Kleie hinweggenommen worden. Die zerriebenen bitteren Mandeln, einmal mit Waſſer befeuchtet, liefern kein Amygdalin mehr; es iſt gänzlich zerſetzt worden.

In dem Samen von Sinapis alba und nigra giebt der Geruch keine flüchtigen Materien zu erkennen. Beim Auspreſſen erhält man daraus ein fettes Oel von mildem Geſchmack, in dem man keine Spur einer ſcharfen oder flüchtigen Subſtanz nachweiſen kann; wird der Samen zerrieben und mit Waſſer deſtillirt, ſo geht mit den Waſſerdämpfen ein flüchtiges Oel von großer Schärfe über; wenn er aber, vor der Berührung mit Waſſer, mit Alkohol behandelt wird, ſo erhält man aus dem Rückſtande kein flüchtiges Oel mehr; in dem Alkohol findet ſich eine kryſtalliniſche Materie, das Sinapin, und mehrere andere nicht ſcharfe Körper, durch deren Contact mit Waſſer und dem eiweißartigen Beſtandtheile des Samens das flüchtige Oel gebildet wurde.

Körper, welche die anorganiſche Chemie abſolut indifferent

nennt, indem sie keinen hervorstechenden chemischen Charakter besitzen, bringen, wie diese Beispiele ergeben, bei ihrem Contact mit einander eine gegenseitige Zersetzung hervor; ihre Bestandtheile ordnen sich auf eine eigenthümliche Weise zu neuen Verbindungen; ein complexer Atom zerfällt in zwei und mehrere minder complexe, durch eine bloße Störung in der Anziehung seiner Elemente.

Ein gewisser Zustand in der Beschaffenheit der weißen, dem geronnenen Eiweiß ähnlichen Bestandtheile der Mandeln und des Senfs ist eine Bedingung ihrer Wirksamkeit auf Amygdalin und auf die Bestandtheile des Senfs, woraus sich das flüchtige scharfe Oel bildet.

Werfen wir zerriebene und geschälte süße Mandeln in siedendes Wasser, behandeln wir sie mit kochendem Weingeist oder mit Mineralsäuren, bringen wir sie mit Quecksilbersalzen in Berührung, so wird ihr Vermögen, in dem Amygdalin eine Zersetzung zu bewirken, völlig vernichtet. Das Synaptas ist ein stickstoffreicher Körper, welcher sich, im Wasser gelöst, nicht aufbewahren läßt; sehr rasch trübt sich die Auflösung, setzt einen weißen Niederschlag ab und nimmt einen Fäulnißgeruch an.

Es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß der eigenthümliche Zustand der Umsetzung der Bestandtheile des im Wasser gelösten Synaptas die Ursache der Zersetzung des Amygdalins, der Bildung von neuen Producten ist; seine Wirkung ist der des Labs auf Zucker in dieser Beziehung außerordentlich ähnlich.

Das Gerstenmalz, gekeimte Samen von Getreidearten überhaupt enthalten eine während des Keimungsprocesses aus dem Kleber gebildete Substanz, die Diastase, welche mit Amylon und Wasser bei einer gewissen Temperatur, ohne

eine Aenderung in dem Amylon zu bewirken, nicht zusammengebracht werden kann.

Streuet man gemahlenes Gerstenmalz auf warmen Stärkekleister, so wird er nach einigen Minuten flüssig wie Wasser; die Flüssigkeit enthält jetzt eine dem Gummi in vielen Eigenschaften ähnliche Substanz; bei etwas mehr Malz und länger dauernder Erhitzung nimmt die Flüssigkeit einen süßen Geschmack an, alle Stärke findet sich in Traubenzucker verwandelt.

Mit der Metamorphose der Stärke haben sich aber die Bestandtheile der Diastase ebenfalls zu neuen Verbindungen umgesetzt.

Die Verwandlung aller stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel in Traubenzucker, welche in der zuckrigen Harnruhr (Diabetes mellitus) vor sich geht, setzt das Vorhandensein einer Materie, eines Bestandtheils, oder der Bestandtheile eines Organs voraus, die sich im Zustande einer chemischen Action befinden, im Zustande einer Thätigkeit, der die Lebenskraft im kranken Organ keinen Widerstand entgegensetzt. Die Bestandtheile des Organs müssen gleichzeitig mit dem Stärkemehl eine fortdauernde Aenderung erleiden; je mehr wir von dem letztern zuführen, desto stärker und intensiver wird die Krankheit; führen wir ausschließlich nur solche Nahrungsstoffe zu, welche durch die nämliche Ursache keine Metamorphose erleiden, steigern wir durch Reizmittel und kräftige Speisen die Lebensthätigkeit, so gelingt es zuletzt, die freie chemische Action zu überwältigen, d. h. die Krankheit zu heben.

Die Verwandlung der Stärke in Zucker kann ebenfalls durch reinen Kleber, sie kann bewirkt werden durch verdünnte Mineralsäuren.

Ueberall sieht man, daß in compleren organischen Atomen

die mannichfaltigsten Umsetzungen, Zusammensetzungs- und Eigenschafts-Aenderungen durch alle Ursachen, welche eine Störung in der Anziehung ihrer Elemente veranlassen, bewirkt werden können.

Bringen wir feuchtes Kupfer in Luft, welche Kohlensäure enthält, so wird durch den Contact mit dieser Säure die Verwandtschaft des Metalls zu dem Sauerstoff der Luft in dem Grade gesteigert, daß sich beide mit einander verbinden, seine Oberfläche bedeckt sich mit grünem kohlensauren Kupferoxyd. Zwei Körper, welche die Fähigkeit haben, sich zu verbinden, nehmen aber entgegengesetzte Elektricitäts-Zustände an in dem Moment, wo sie sich berühren.

Berühren wir das Kupfer mit Eisen, so wird durch Erregung eines besondern Elektricitäts-Zustandes die Fähigkeit des Kupfers vernichtet, eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen; es bleibt unter gleichen Bedingungen blank.

Setzen wir ameisensaures Ammoniak einer Temperatur von 180° aus, so wird die Stärke und Richtung der chemischen Anziehungen der Bestandtheile dieser Verbindung geändert, es werden die Bedingungen geändert, unter welchen Ameisensäure und Ammoniak die Fähigkeit erhielten, zu einem Körper mit den besonderen Eigenschaften zusammenzutreten, welche das ameisensaure Ammoniak charakterisiren; seine Elemente ordnen sich bei 180° in Folge der Störung durch die Wärme auf eine neue Weise, es entsteht Wasser und Blausäure.

Eine bloße mechanische Bewegung, Reibung und Stoß reichen hin, um die Bestandtheile der fulminirenden Silber- und Quecksilber-Verbindungen zu einer Umsetzung, zu einer neuen Ordnung zu bringen, um in einer Flüssigkeit die Bildung von neuen Verbindungen zu veranlassen.

Aehnlich wie die Elektricität und Wärme auf die Aeußerung der chemischen Verwandtschaft einen bestimmbaren Einfluß äußert, ähnlich wie sich die Anziehungen, welche Materien zu einander haben, zahllosen Ursachen unterordnen, die den Zustand dieser Materien, die die Richtung ihrer Anziehungen ändern, auf eine ähnliche Weise ist die Aeußerung der chemischen Thätigkeiten in dem lebenden Organismus abhängig von der Lebenskraft.

Die Fähigkeit der Elemente, zu den eigenthümlichen Verbindungen zusammenzutreten, welche in Pflanzen und Thieren erzeugt werden, die Fähigkeit war chemische Verwandtschaft, aber die Ursache, welche sie hinderte, sich nach dem Grade der Anziehung, die sie unter anderen Bedingungen zu einander haben, mit einander sich zu vereinigen; die Ursache also, die ihre eigenthümliche Ordnung und Form in dem Körper bedingte, dies war die Lebenskraft.

Nach der Hinwegnahme, mit dem Aufhören der Bedingung ihrer Entstehung, der Ursache, die ihr Zusammentreten beherrschte, mit dem Verlöschen der Lebensthätigkeit behaupten die meisten organischen Atome ihren Zustand, ihre Form und Beschaffenheit nur in Folge des Beharrungsvermögens; ein großes umfassendes Naturgesetz beweis't, daß die Materie in sich selbst keine Selbstthätigkeit besitzt; ein in Bewegung gesetzter Körper verliert seine Bewegung nur durch einen Widerstand; es muß auf jeden ruhenden Körper eine äußere Ursache einwirken, wenn er sich bewegen, wenn er irgend eine Thätigkeit darbieten soll.

In den compleren organischen Atomen, in Verbindungen so zusammengesetzter Art, deren Bildung auf gewöhnliche Weise sich zahllose Ursachen entgegensetzen, bei diesen veranlassen gerade diese zahllosen Ursachen eine Veränderung und

Zerſetzung, wenn ſich ihrer Wirkungsweiſe die Lebenskraft nicht mehr entgegenſetzt. Berührung mit der Luft, die ſchwächſte chemiſche Action bewirken eine Veränderung; ein jeder Körper, deſſen Theile ſich im Zuſtande der Bewegung, der Umſetzung befinden, die Berührung damit, reicht in vielen Fällen ſchon hin, um den Zuſtand der Ruhe, das ſtatiſche Moment der Anziehung ihrer Beſtandtheile aufzuheben. Eine unmittelbare Folge davon iſt, daß ſie ſich nach dem verſchiedenen Grade ihrer Anziehung ordnen, d. h. es entſtehen neue Verbindungen, in welchen die chemiſche Kraft vorherrſcht, in welcher ſie ſich jeder weitern Störung durch die nämliche Urſache entgegenſetzt, neue Producte, in welchen die Beſtandtheile, in einer andern Ordnung vereinigt, der einwirkenden Thätigkeit eine Grenze, oder, unter gegebenen Bedingungen, einen unüberwindlichen Widerſtand entgegenſetzen.

Anhang.

(Zur Seite 434.)

Einige Kartoffeln, welche mehrfach in Papier eingewickelt in einer Schachtel verschlossen, an einem ganz dunkeln, mäßig warmen Orte des hiesigen Laboratoriums lagen, fanden sich im März 1843 in einem Netze von zwei Linien dicken, 10—15 Zoll langen Trieben (s. g. Kartoffelkeimen) umgeben, an denen sich mehrere hunderte kleine $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Zoll dicke neue Kartoffelknollen angesetzt hatten; die Triebe und Knollen besaßen eine weiße Farbe und es war kein Zeichen von Blättern oder Blättersätzen daran vernehmbar. Durch ein Mikroskop zeigten sich die Zellen der Mutterkartoffel in der Nähe der äußern Schale noch theilweise mit Stärkemehlkörnchen angefüllt, in der Mitte waren sie ganz leer, die Masse elastisch und weich, wie etwa nasses Hollundermark. Die Triebe, sowie die Zellen der jungen Knollen, strotzten von Amylon.

Die Entwickelung dieser Triebe und die Bildung dieser jungen Knollen auf Kosten der Bestandtheile der Mutterkartoffel versinnlichen die Bildung und Ernährung der Pilze; es ist die vorhandene organische Substanz, welche durch die im Keime thätige Kraft eine neue von ihm ausgehende Form erhält; von einer Ernährung, wie bei den anderen Pflanzen, von einer Zufuhr von Nahrungsstoff von außen,

aus der Luft oder dem Boden kann hier keine Rede sein; sowie sich nun die Bestandtheile der alten Kartoffel in den Trieben und Keimen der jungen in ihrer Zusammensetzung unverändert wiederfinden, so gestaltet sich auf einer, im Zustande der Fäulniß oder Verwesung befindlichen Pflanzen- oder Thiersubstanz, bei Vorhandensein eines Keimes oder Samens, ein Pilz, in welchen die Bestandtheile dieses organischen Körpers oder die Producte seiner Fäulniß gerade so übergehen, wie die innere Masse der Mutterkartoffel in die Keime und Triebe der jungen Knollen. Zu diesem Uebergang gehört die organische Kraft allein, und Licht und andere Bedingungen des Pflanzenlebens können gänzlich ausgeschlossen sein.

Vergleichung von Feldmaßen in verschiedenen europäischen Staaten.

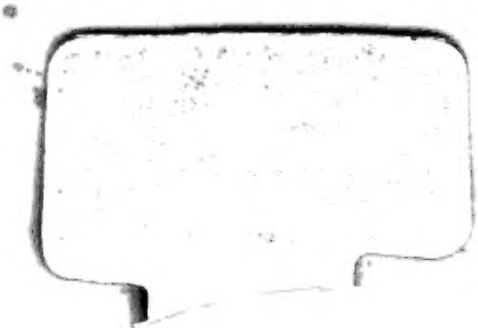
Großh. Hessen. Morgen = 400 □ Klftr	Baden. Morgen*) = 400 □ Ruth	Baiern. Tagewerk = 400 □ Ruth	England Acre = 160 □ Ruth	Frankreich. Hectare = 100 □ Dec.	Frankfurt a. M. Morgen = 160 □ Ruth	Oesterreich. Wiener Joch = 1600 □ Klftr	Preußen Morgen = 180 □ Ruth	Sachsen. Acker = 300 □ Ruth	Würtemberg. Morgen = 380 □ Ruth
1	0,694	0,733	0,617	0,250	1,234	0,434	0,980	0,452	0,794
1,440	1	1,057	0,890	0,360	1,780	0,625	1,410	0,650	1,142
1,364	0,946	1	0,842	0,341	1,684	0,592	1,334	0,616	1,081
1,620	1,124	1,188	1	0,405	1,999	0,703	1,585	0,731	1,284
4	2,778	2,935	2,471	1	4,942	1,737	3,917	1,807	3,173
0,810	0,563	0,594	0,500	0,203	1	0,352	0,792	0,365	0,642
2,304	1,599	1,689	1,422	0,576	2,844	1	2,254	1,040	1,826
1,020	0,709	0,749	0,631	0,255	1,262	0,444	1	0,461	0,810
2,212	1,537	1,624	1,368	0,553	2,736	0,962	2,168	1	1,756
1,260	0,875	0,925	0,779	0,315	1,558	0,548	1,234	0,569	1

*) Der badische Morgen ist gleichbedeutend mit dem Schweizer Juchart.

BIBLIOTHEQUE CANTONALE VAUD

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google